

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROGÉRIO KLAKE SANTOS

TRAJETÓRIA SUCESSIONAL DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE
SUBSTRATOS ARTIFICIAIS EM RESERVATÓRIOS URBANOS

CURITIBA

2017

ROGÉRIO KLAK SANTOS

TRAJETÓRIA SUCESSIONAL DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS DE
SUBSTRATOS ARTIFICIAIS EM RESERVATÓRIOS URBANOS

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Botânica, no Programa de Pós-graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Thelma Alvim Veiga Ludwig.

Coorientadora: Dra. Denise Matias de Faria

CURITIBA

2017

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Santos, Rogério Klak

Trajetória sucessional de diatomáceas perifíticas de substratos artificiais em reservatórios urbanos. / Rogério Klak Santos. – Curitiba, 2017.

76 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Thelma Alvim Veiga Ludwig

Coorientador: Denise Matias de Faria

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

1. Diatomaceas 2. Reservatorios 3. Sucessão ecologica I. Título II. Ludwig, Thelma Alvim Veiga III. Faria, Denise Matias de IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Botânica.

CDD (20. ed.) 589.481



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Botânica



320^a.

2017

Ata de Julgamento da Dissertação de Mestrado do pós-graduando **Rogério Klak Santos**. Aos onze dias do mês de setembro do ano de 2017, às quatorze horas, na presença da Comissão Examinadora, composta pela Dr^a Denise Matias de Faria, pelo Dr. André Padial e pelo Dr. Luciano Felício Fernandes, foi aberta a sessão de julgamento da Dissertação intitulada: **“TRAJETÓRIA SUCESSIONAL DE DIATOMÁCEAS EM SUBSTRATOS ARTIFICIAIS EM TRÊS RESERVATÓRIOS URBANOS”**. Após a apresentação, perguntas e esclarecimentos acerca da Dissertação, a Comissão Examinadora **APROVA O TRABALHO DE CONCLUSÃO do(a) aluno(a) Rogério Klak Santos**. Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a sessão da qual foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos componentes da Comissão Examinadora.

Dr^a Denise Matias de Faria (UFFSul)

Dr. André Padial (UFPR)

Dr. Luciano Felício Fernandes (UFPR)

AGRADECIMENTOS

Início este momento agradecendo a Deus por esta oportunidade em chegar até aqui, e por toda força concedida no desenvolvimento da dissertação. Dentre todas as pessoas envolvidas direta e indiretamente neste trabalho, quero começar agradecendo minha família, em especial a meus pais, Adir S. Santos e Lidia K. Santos sempre foram exemplos apoiando em todos os momentos.

A minha orientadora Profa. Dra. Thelma A. V. Ludwig, primeiro agradecer pelas orientações e por toda paciência, sempre disponível e disposta a ajudar, norteando-me a aproveitar este período de mestrado para absorver conhecimentos, principalmente quando me fazia enxergar que existe mais do que resultados por trás de uma dissertação.

À Dra: Vanessa M. Algarte, coorientadora do início do mestrado, agradeço por todo o incentivo, nos primeiros passos da pesquisa, iniciando com o projeto até mesmo a parceria nas coletas em campo, e conselhos recebido, exemplo de profissional.

Meu agradecimento à Dra. Denise M. de Faria, coorientadora destas etapas mais avançadas da pesquisa, momentos difíceis devido às minhas limitações, mas, com sua ajuda direta e indiretamente chegamos lá, obrigado pelas correções e direcionamento dos passos finais.

Agradeço também a bióloga Ana Cristina do Rego Barros do Centro de Educação Ambiental Mananciais da Serra e o Dr. Maurício Bergamini Scheer da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento, profissionais da Companhia de Saneamento do Paraná, pelo incentivo, auxílio logístico e autorização para coletas.

Agradeço aos Profs. Dr. Luciano F. Fernandes e Dra. Sionara Eliasaro, referências profissionais e pessoais, pela contribuição na formação durante o mestrado, obrigado pela compreensão durante as disciplinas, e ao Prof. Dr. André A. Padial, sempre disposto a ajudar a cada um que o procura.

Dentre outros profissionais Dra. Priscila I. Tremarin e Dra. Juliana Wojciechowski, nas correções dos relatórios, sugestões e direcionamento, A doutoranda Daiane T. Ruwer, que em poucos momentos fez grandes contribuições.

A meus amigos do laboratório, Eduardo A. T. Araujo, Felipe Correr e Paula Carolina, pelos momentos de descontração, cafés e dentre outras pessoas que

conheci durante o mestrado, Raquel Marra, Kwang, Kaoli, Franciele Koene, Luciana de Lima e aos Profs. Hermes M. Filho, Irene Cecy.

Ao Laboratório de Ficologia da UFPR pela disponibilidade de recursos para o projeto. Ao Centro de Microscopia Eletrônica da Federal do Paraná pela disponibilidade de uso dos equipamentos e técnicos para o desenvolvimento desta pesquisa.

A bolsa de mestrado foi cedida pelo CNPq.

RESUMO

Este estudo visou analisar ao longo do tempo, o comportamento das comunidades de diatomáceas perifíticas presentes nos substratos artificiais em três reservatórios urbanos, situados na região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. Os ambientes apresentam diferentes níveis de concentração de nutrientes. O Piraquara I é considerado oligotrófico e o Piraquara II, mesotrófico. O Carvalho, por estar situado em região serrana e estar em local com atividade antrópica praticamente ausente, certamente possui água com baixa concentração de nutrientes. Lâminas de poliestireno foram submersas por 30 dias nos três reservatórios. O experimento foi desenvolvido entre 19 de agosto e 18 de setembro de 2015. A primeira coleta foi realizada 24 horas após da instalação do experimento e subsequentemente nos dias 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 15, 18, 21, 25 e 30 do processo sucessional. As espécies foram identificadas em lâminas permanentes e a contagem foi realizada em cubetas de sedimentação. Analisamos as formas de crescimento e guildas ecológicas, densidade, diversidade de espécies, riqueza e equitabilidade ao longo da trajetória sucessional. Para melhor reconhecer as fases sucessionais bem como as mudanças nos estratos verticais no biofilme, foram realizados dendrogramas de similaridade para cada ambiente, utilizando as formas de fixação. Um total de 32 gêneros e 111 espécies foram identificados, destas, 40 espécies encontradas no reservatório do Carvalho, 57 em Piraquara I e 66 no Piraquara II. Para as análises quantitativas foram considerados táxons com densidade a partir de 2%, incluindo 37 espécies pertencentes a 17 gêneros. Destas, 19 espécies encontradas no Carv (9 exclusivas), 18 no Pira I (5 exclusivas) e 20 espécies no Pira II (7 exclusivas). No Carvalho, a diversidade foi diminuindo com o passar do tempo, enquanto que no Pira I e II foi aumentando consideravelmente em diversidade, riqueza e densidade durante a trajetória sucessional. Utilizando a análise de ordenação verificamos que os três ambientes apresentam comunidades diferentes e no Piraquara I e Piraquara II, inicialmente o padrão de colonização foi semelhante, diferenciando com o passar do tempo. A estratégia de formação de pedúnculos e guilda de alto perfil prevaleceram no Carvalho ao longo da sucessão, os 3º dia foi o que melhor representou a diversidade, já a riqueza aumentou com o passar do tempo. No Piraquara I, a diversidade e a riqueza aumentaram com o passar do tempo, com duração de 15 dias a primeira fase, predominando as diatomáceas não aderidas e o alto perfil, e na fase madura as formadoras de almofadas e baixo perfil estiveram bem representadas. Já no Piraquara II, a fase inicial durou 15 dias, as primeiras colonizadoras foram as diatomáceas adnatas e não aderidas, substituídas logo em seguida pelas espécies que formam almofada de mucilagem e guilda de alto perfil, dominando nas duas fases de sucessão. Portanto, evidenciou-se que as comunidades de diatomáceas perifíticas desenvolvidas no substrato artificial, apresentaram variação estrutural influenciada pelas características dos ambientes. Nos reservatórios mais semelhantes a diferenciação das comunidades ocorreu em escala temporal.

Palavras-chave: colonização, forma de crescimento, guildas, reservatórios, sucessão, Sul do Brasil

ABSTRACT

This study aimed to analyze, over time, the behavior of the periphytic diatom communities present in the artificial substrates in three urban reservoirs located in the metropolitan region of Curitiba, Paraná, Brazil. The environments present different levels of nutrients concentration. Piraquara I is considered oligotrophic and Piraquara II, a mesotrophic reservoir. Carvalho is located in a mountainous region and anthropic activity is practically absent, certainly with water having low concentration of nutrients. Polystyrene slides were submerged for 30 days in the reservoirs. The experiment was carried out between August 19 and September 18, 2015. The first sampling was performed 24 hours after the experiment was installed and subsequently on days 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 15, 18, 21, 25 and 30 of the successional process. The species were identified in permanent slides and the counting was performed in sedimentation chambers. We analyzed growth forms and ecological guilds, density, diversity of species, wealth and equitability along the successional trajectory. Canonical Correspondence Analysis was used to indicate the dominant species of each environment. A total of 32 genera and 111 species were identified, of these, 40 species found in the Carvalho reservoir, 57 in Piraquara I and 66 in Piraquara II. For the quantitative analyzes, we considered taxa with 2% density, including 37 species belonging to 17 genera. Among them, 19 species were found in Carv (9 exclusive), 18 in Pira I (5 exclusive) and 20 species in Pira II (7 exclusive). In Carvalho, diversity decreased over time, while in Pira I and II it increased considerably in diversity, richness and density during the successional trajectory. To better recognize the successional phases as well as the changes in the vertical strata in the biofilm, dendrograms of similarity were realized for each environment, using the forms of fixation. The strategy of forming peduncles and high profile guild prevailed in Carvalho during the succession, the 3rd day was the one that represented the diversity, since the wealth has increased with the passage of time. In Piraquara I, diversity and richness increased with the passage of time, with a duration of 15 days in the first phase, predominating unattached diatoms and high profile, and in the mature phase pad and low profile formers were well represented. In Piraquara II, the initial phase lasted for 15 days, the first colonizers were the attached and no attached diatoms, soon replaced by the species that form mucilage stalks and guild of high profile, dominating in the two succession phases. Therefore, it was evidenced that the communities of periphytic diatoms developed in the artificial substrate, presented structural variation influenced by the characteristics of the environments. In the most similar reservoirs the differentiation of the communities took place on a temporal scale.

Key-words: Colonization, form of growth, guilds, reservoirs, succession, Southern Brazil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 ÁREAS DE ESTUDO.....	11
2.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	14
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	15
2.4 ANÁLISE TAXONÔMICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS	15
2.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE ADERÊNCIA E PERFIL VERTICAL DA COMUNIDADE	16
2.6 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS.....	17
2.7 ANÁLISE EXPLORATÓRIA E ESTATÍSTICA DOS DADOS	19
3 RESULTADOS	19
3.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	19
3.2 ANÁLISE TAXONÔMICA E SIMILARIDADE DOS AMBIENTES	21
3.3 FORMAS DE ADERÊNCIA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS.....	22
3.4 ANÁLISE QUANTITATIVA AO LONGO DO TEMPO SUCESSIONAL	29
3.5 ANÁLISE DAS FORMAS DE FIXAÇÃO E GUILDA AO LONGO DO TEMPO SUCESSIONAL	31
4 DISCUSSÃO	38
5 CONCLUSÕES	42
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
Apêndice 1 – Listagem de espécies determinadas em amostras dos reservatórios do Carv, Pira I e Pira II	54
Apêndice 2 – Prancha das diatomáceas identificadas no reservatório Carv	63
Apêndice 3 – Prancha das diatomáceas identificadas no reservatório Pira I	66
Apêndice 4 – Prancha das diatomáceas identificadas no reservatório Pira II ...	71

1 INTRODUÇÃO

O termo Perifíton é utilizado para designar uma comunidade de microrganismos, dentre eles, bactérias, fungos, microalgas, protozoários e detritos orgânicos e inorgânicos, que se aderem aos substratos submersos naturais e artificiais (WETZEL, 1983).

Dentre as algas perifíticas, destacam-se as diatomáceas, algas unicelulares que possuem impregnação de sílica na parede celular, denominada de frústula (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003). As diatomáceas possuem estruturas morfológicas especializadas (tais como a rafe, campo de poros apicais e rimopórtula), responsáveis pela secreção de mucilagem, o que facilita a adesão das células ao substrato (ROUND; CRAWFORD; MANN, 1990). As frústulas permanecem firme ou frouxamente adnatas aos substratos, de maneira prostrada ou ereta, aderida por almofadas ou pedúnculos mucilaginosos (FERNANDES, 2005). Estas estratégias de fixação determinam o processo de colonização e a dinâmica da sucessão da comunidade perifítica (TUJI, 2000; ÁCS et al., 2000).

Sucessão ecológica é um conceito usado para descrever mudanças de forma ordenada do ecossistema, modificando o ambiente físico pela comunidade biológica. Estas mudanças também ocorrem na estrutura das espécies bem como na comunidade ao longo do tempo (ODUM, 1969, 1985). O processo de sucessão do perifíton começa através da formação de uma matriz orgânica constituída pela microbiota bacteriana, seguida por deposição de células e pequenas diatomáceas adnatas, diatomáceas coloniais e, posteriormente, por algas filamentosas (BIGGS, 1996). O crescimento das diatomáceas perifíticas é rápido, promovendo consecutivas mudanças na densidade e riqueza da comunidade até que a comunidade alcance um estágio estável e maduro após cerca de 30 dias (HO, 1979).

A diversidade de espécies que compõem a comunidade aderida demanda por diferentes recursos (luz e nutrientes como exemplo), com distribuição vertical desigual entre as formas sensíveis e as tolerantes (PASSY, 2008; PASSY; LARSON, 2011). Com nutrientes amplamente disponíveis, a comunidade alcança uma configuração mais complexa, formada por diatomáceas pertencentes ao baixo perfil (prostradas, adnatas) e ao alto perfil vertical (pedunculadas e de vida livre). As diatomáceas do alto perfil são fortemente limitadas pela disponibilidade de

nutrientes. Na escassez deste recurso, a comunidade tende a ficar reduzida ao baixo perfil, ou seja, dominada por espécies que são mais sensíveis ao distúrbio físico do que a falta de nutrientes (PASSY, 2007).

Ács e Kiss (1993) utilizando substrato artificial em ambientes lóticos verificaram que o distúrbio foi a variável norteadora da trajetória sucessiona enquanto Gong et al. (2009) verificou que o impacto da predação por peixes controlou a abundância de diatomáceas em ambiente lêntico. Estudo acompanhando as alterações quantitativas e qualitativas das comunidades de diatomáceas em um reservatório urbano em Michigan (USA), através de análise do sedimento, permitiu melhor compreensão da dinâmica do reservatório, indicando mudanças limnológicas (enriquecimento de nutrientes) que ocorreram durante a maturação deste sistema (DONAR, NEELY, STOERMER, 1996).

Diferentes estádios sucessionais foram averiguados em microscopia óptica e eletrônica de varredura, revelando mudança temporal e estrutural da comunidade, de prostrada para ereta, influenciada pelo substrato (WU, 1999). Trabalhos buscando entender os estágios iniciais da sucessão em substrato natural foram realizados, indicando algas verdes como colonizadoras pioneiras e posteriormente diatomáceas e cianobactérias (SEKAR, et al., 2002; 2004), e apresentando a dinâmica da sucessão de diatomáceas frente à eutrofização (ALEFS; MÜLLER, 1999).

No Brasil, Fermino e Schwarzbald (1999), em estudo pioneiro, observaram a sucessão de diatomáceas perifíticas em diferentes estádios foliares de *Eichhornia* (Mart.). Rodrigues e Bicudo (2001) estudaram a similaridade entre comunidades de algas perifíticas em um gradiente lêntico-lótico em substratos natural e artificial na bacia do rio Paraná, mostrando que os pulsos de inundações influenciam a riqueza de espécies. Vercellino e Bicudo (2006) avaliaram a sucessão de diatomáceas perifíticas em escala temporal, demonstrando que a estrutura do perifíton foi primordialmente controlada pelo período climático (seco e chuvoso). Ferragut e Bicudo, (2010) investigaram a influência dos nutrientes na colonização e sucessão de algas perifíticas em ambientes oligotróficos. França e Ferragut (2011) estudaram a sucessão da comunidade de algas perifíticas durante períodos secos e chuvosos em ambiente lêntico, mostrando que mudanças do nível hidrológico atuaram diretamente sobre a sucessão. Felisberto e Rodrigues (2012) estudaram a colonização em substrato artificial em reservatórios urbanos demonstrando que a

sucessão iniciou-se com espécies pequenas e de crescimento rápido, posteriormente substituídas pelas espécies de crescimento tardio. Em reservatórios urbanos de São Paulo, Borduqui e Ferragut (2012) e Ferragut e Bicudo (2012) estudaram a interferência dos nutrientes na sucessão, mostraram a sensibilidade ao fósforo no crescimento do perifíton; Pellegrini e Ferragut (2012) e Rodrigues dos Santos e Ferragut (2013) avaliaram a sucessão das algas em substrato natural, em períodos secos e chuvosos, descrevendo que a colonização do perifíton foi influenciada pela sazonalidade. Faria; Cardoso e Motta-Marques (2017) revelaram que o vento e as chuvas de verão são forças estruturadoras que direcionam a sucessão numa lagoa rasa subtropical. A maioria dos estudos consideraram todos os grupos algais do perifíton. Entretanto, recentemente, Zorzal-Almeida et al. (2017) concluíram que os principais estruturadores da comunidade de diatomáceas em reservatórios tropicais são: disponibilidade de luz e conectividade entre ambientes.

Ainda são incipientes os detalhes sobre as formas de fixação de diatomáceas durante a sucessão. Sabe-se que fatores externos, como disponibilidade de nutrientes e o distúrbio físico, selecionam as algas por suas adaptações e estratégias de adesão (FARIA; CARDOSO; MOTTA-MARQUES, 2015, 2016; RIMET; BOUCHEZ; MONTUELLE, 2015; RIMET; BOUCHEZ; TAPOLCZAI, 2016) alterando os padrões da diversidade funcional de algas perifíticas durante processo sucessional em ambientes semi-lóticos (DUNCK; RODRIGUES; BICUDO, 2015). Assim, este estudo contribui tanto para o conhecimento florístico de diatomáceas perifíticas em reservatórios urbanos, quanto para a descrição das alterações temporais na estrutura das comunidades e das formas de adesão das diatomáceas.

Para isso, as trajetórias sucessionais das comunidades de diatomáceas foram monitoradas em três reservatórios urbanos, num período de 30 dias, investigando-se mudanças temporais e espaciais nos atributos e nas estruturas das comunidades, abordando formas de crescimento e guildas ecológicas.

OBJETIVO GERAL

Avaliar a sucessional das comunidades de diatomáceas perifíticas em substrato artificial em três reservatórios da região metropolitana de Curitiba subtropicais do sul do Brasil, com diferentes níveis de trofia durante trinta dias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a densidade, a riqueza e a composição de espécies de diatomáceas ao longo da trajetória sucessional em substrato artificial.
- Documentar as formas de crescimento das diatomáceas e relacioná-las com as estratégias/mecanismos de aderência ao substrato.
- Avaliar o perfil vertical da comunidade de diatomáceas aderida ao substrato, com o passar do tempo, durante 30 dias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

Os reservatórios do Carvalho (Carv), Piraquara I (Pira I) e Piraquara II (Pira II) estão inseridos em uma Área de Proteção Ambiental (APA) gerenciada pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Localizam-se na região metropolitana de Curitiba e são utilizados para abastecimento público de água, construídos pelo barramento de rios inseridos na bacia hidrográfica do rio Iguaçu (SILVA, 2009) (Fig. 1-7).

O reservatório do Carv (25°29'47.1"S 48°58'52.3"W) localiza-se à montante dos demais, na região dos Mananciais da Serra, zona de transição entre a floresta ombrófila densa e floresta ombrófila mista, contendo os últimos remanescentes de florestas bem conservadas (RODERJAN; BRITEZ, 2002). Neste ambiente, árvores de pequeno e grande porte no entorno sombreiam o reservatório por algumas horas do dia, contribuindo para um ambiente com águas mais frias. O reservatório do Carv foi inaugurado em 1908, construído com paredes de concreto, foi o primeiro reservatório a abastecer Curitiba, recebendo água de um conjunto de riachos provindos da serra (IAP, 2017). Tem capacidade para 800 m³ de água, com 6 m de profundidade (TEODÓSIO; SETUKO, 2009) (Fig. 1-2). Segundo Tundisi & Tundisi (2005), reservatórios inseridos em área montanhosa, praticamente não sofrem interferência antrópica. São alimentados por pequenos riachos de baixa vazão e temperatura, pequena concentração de nutrientes e matéria orgânica, possuem pouca produtividade primária e de macrófitas além de pH mais ácido (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Os três reservatórios estão conectados e o Carv faz esta ligação pelo rio do Carvalho (Fig. 1).

O reservatório Pira I ($25^{\circ}30'26.1''\text{S}$ $49^{\circ}01'32.8''\text{W}$) situa-se em local de floresta ombrófila mista e densa e possui um perímetro de 40 Km² com profundidade média de 7 metros (TEODÓSIO; SETUKO, 2009). O Reservatório foi construído em 1979 pelo barramento do rio Cayuguava (TEIXEIRA, 2010). Alguns estudos constataram erosões e processos de degradação ambiental (STRUMINSKI, 2006), mas observou-se um ambiente aberto para entrada de luz (Figs. 3-4). A bacia de contribuição está inserida em área pouco urbanizada, com aporte de nutrientes e carga orgânica relativamente baixa. As concentrações de clorofila-a observadas correspondeu a ambiente oligo-mesotrófico, sem ocorrência de florações. Considerando dados entre 2005 e 2013, Pira I foi tido como oligotrófico (índice do estado trófico, IET= 50). O reservatório foi classificado como ambiente moderadamente degradado (IQAR - índice de qualidade da água de reservatórios = 3,1), boa transparência da água, baixas concentrações de matéria orgânica, baixos a médios valores de fósforo total, baixos valores das formas de nitrogênio e médios valores de biomassa. Dados de pH variaram entre 6,1 e 7,4 e de condutividade entre 16 e 27 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (IAP, 2017).

O Reservatório Pira II ($25^{\circ}30'22.3''\text{S}$ $49^{\circ}04'40.5''\text{W}$), foi construído pelo barramento do rio Piraquara e é formado em parte pela água proveniente do Reservatório Piraquara I. Foi inaugurado em setembro de 2008 (POHL, 2009) possui área de 5.64 Km², profundidade média de 3.28 m. Possui grande tendência à eutrofização (BITTENCOURT; GOBBI, 2006), contendo ao seu redor uma vegetação de grande porte, composto por araucárias dentre outras árvores, mas, apresenta também uma vegetação degradada, com partes utilizadas para agricultura (Fig. 2, 4 e 6). Considerando-se dados entre 2009 e 2013 (IAP, 2017), o reservatório foi classificado como mesotrófico (IET= 55,4) e “moderadamente degradado” (IQAR=3,3), porém apresentou-se no início de sua formação, na condição de “criticamente degradado a poluído. O relatório do IAP (2017) informa também que as condições de oxigenação na coluna d’água foram satisfatória na maior parte do período, a transparência das águas foi baixa devido à alta turbidez biogênica, as concentrações de fósforo total e biomassa fitoplanctônica foram médias a altas, e registraram-se baixas concentrações de matéria orgânica. Dados de pH variaram entre 6,2 e 7,2 e de condutividade entre 21 e 40 $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

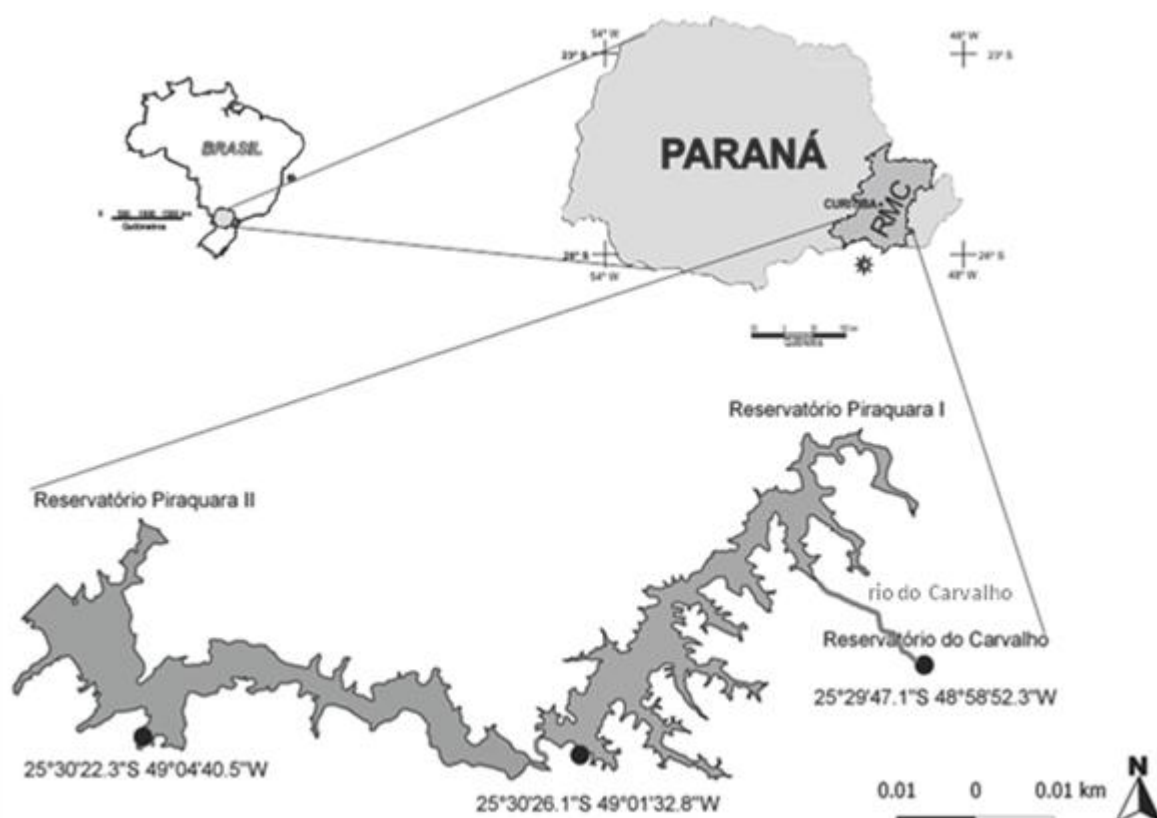


FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E PONTOS DE COLETAS (●), METROPOLITANA DE CURITIBA, ESTADO DO PARANÁ, BRASIL. FONTE: MODIFICADO DE GOOGLE EARTH 2017.



FIGURAS 2-7: 2 - RESERVATÓRIO DO CARV E VEGETAÇÃO NO ENTORNO, 3 - EXPERIMENTO INSTALADO NO RESERVATÓRIO CARV, 4 - VEGETAÇÃO AO REDOR DO RESERVATÓRIO PIRA I, 5 - EXPERIMENTO INSTALADO NO RESERVATÓRIO PIRA I, 6 - VEGETAÇÃO AO REDOR DO RESERVATÓRIO DE PIRA II, 7 - EXPERIMENTO INSTALADO NO RESERVATÓRIO DE PIRA II.

2.2 PARÂMETROS AMBIENTAIS

Amostras de água para a determinação das concentrações de nitrogênio total, fósforo total, nitrito e nitrato foram analisadas em laboratório especializado seguindo APHA (1998). Dados de velocidade do vento, precipitação e temperatura foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2017) (25°26"S 49°16"W).

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Lâminas de poliestireno (75 mm x 28 mm) foram utilizadas como substratos artificiais. Dois laminários, comportando 44 lâminas cada um, (total de 88 lâminas por amostrador) foram dispostos em amostradores de madeira medindo 50 cm de comprimento, 40 cm de largura e 36 cm de altura. Um amostrador foi instalado em cada reservatório, ficando os substratos a uma profundidade de 30 cm, durante trinta dias, período suficiente para acompanhar a mudança da comunidade perifíticas ao longo do tempo (LOBO; BUSELATO-TONIOILLI, 1985). Para garantir a flutuabilidade e permanência do amostrador na coluna d'água seis garrafas plásticas com água foram amarradas com náilon e fita adesiva transparente nas laterais dos caixotes.

As coletas foram realizadas entre 19 de agosto e 18 de setembro de 2015. As lâminas foram aleatoriamente recolhidas, sorteadas através dos números afixados em cada encaixe do laminário. A primeira coleta foi realizada 24 horas após da instalação do experimento (dia 1) e subsequentemente nos dias 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 15, 18, 21, 25 e 30 do processo sucessional. Em cada coleta, três lâminas foram destinadas à análise quantitativa ($n=3$) e, posteriormente, as amostras foram usadas para análise qualitativa. Além disso, outras duas lâminas de cada ambiente foram coletadas e destinadas à observação das formas de fixação em microscopia óptica e eletrônica de varredura, totalizando cinco lâminas coletadas por dia durante 14 dias de amostragem. As lâminas, intactas ao serem coletadas, foram acondicionadas em frascos de 250 mL, previamente completados com água destilada, e transportadas ao laboratório dentro de caixa térmica com gelo.

2.4 ANÁLISE TAXONÔMICA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS

O perifíton foi removido do substrato com auxílio de lâminas de aço inoxidável embaladas em papel alumínio e jatos de água destilada, sendo armazenado em frascos de poliestireno e fixado com solução de Transeau (BICUDO; MENEZES, 2006). As amostras foram oxidadas pela técnica de Simonsen (1974) modificada por Moreira-Filho e Valente Moreira (1981), que utiliza permanganato de potássio (KMnO_4) e ácido clorídrico (HCl) para oxidação da matéria orgânica. Lâminas permanentes contendo o material oxidado foram confeccionadas utilizando Naphrax® como meio de inclusão. As lâminas foram

observadas em microscópio óptico binocular Olympus BX 40, com objetiva de 100x, e as imagens foram obtidas com câmera de captura Olympus DP071.

A identificação das espécies de diatomáceas baseou-se em literatura clássica e outras mais recentes, como as floras publicadas por Patrick e Reimer (1966), Krammer e Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b), Metzeltin e Lange-Bertalot (1998 e 2007), Metzeltin, Lange-Bertalot e García-Rodríguez (2005), Lange-Bertalot; Bak e Witkowski (2011), Siver e Hamilton (2011) e outros. Lâminas permanentes e amostras líquidas foram depositadas no Herbário do Departamento de Botânica (UPCB), Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná sob os registros UPCB: 78328 (Carv), 78331 (Pira I) e 78332 (Pira II).

2.5 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DE ADERÊNCIA E PERFIL VERTICAL DA COMUNIDADE

Detalhes da arquitetura da comunidade e das formas de fixação das frústulas no substrato artificial foram registrados em microscópio eletrônico de varredura JEOL-JSM 6360LV no Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Paraná. Para isso, foram selecionadas algumas lâminas ao longo da trajetória sucessional e preparadas da seguinte forma: 1) mergulhar em água destilada para três lavagens de 10 minutos cada 2) desidratar através de banhos sucessivos de álcool etílico em concentrações crescentes de 10%, 30%, 50%, 70%, 90%, 95% e 100%, com tempo de 10 minutos em cada concentração, com exceção da última, com duração de 1 hora; 3) secar as lâminas no submeter as lâminas ao ponto crítico em equipamento BAL-TEC CPD-030, onde ocorre a troca do álcool por CO₂, vaporizado por alta pressão; 4) montar em suporte de alumínio com película adesiva dupla face, em suportes metálicos, as amostras desidratadas e oxidadas 5) metalizar com ouro em aparelho Sputter Coater SCD-050, 6) observar e fotografar em microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM 6360LV ou TESCAN VEGA3 LMU, operados em 15 kV.

Para acompanhar as mudanças nas comunidades ao longo da trajetória sucessional, as espécies de diatomáceas que apresentaram densidade acima de 2% do total contado (LAVOIE; DILLON; CAMPEAU, 2009) foram enquadradas em formas de crescimento segundo Rimet e Bouchez (2012). Os agrupamentos foram os seguintes: I) não aderida, II) adnata (ex: célula firmemente presa pela face valvar

ou pelo cingulo), III) almofada de mucilagem (célula que libera mucilagem por um dos ápices que se fixa ao substrato), IV) pedúnculo de mucilagem (células que formam pedúnculo de mucilagem único ou ramificado), V) colonial (células que se ligam umas às outras por espinhos, mucilagem, fios, grânulos, através da valva) formando fitas, cadeias lineares, estreladas, em zig-zag, por exemplo. Nesta classificação um mesmo táxon pode ocupar mais de uma categoria de forma de crescimento.

Para avaliar o perfil vertical da comunidade, as espécies foram enquadradas em guildas propostas por Passy (2007), as quais agrupam através de similaridades, ou seja, espécies que compartilham as mesmas características quanto ao uso de recursos e habilidade e resistência aos distúrbios em: I) baixo perfil (diatomáceas com pequeno tamanho, aderidas de modo adnata, prostradas, eretas e sem mobilidade), II) alto perfil (diatomáceas grandes, aderida de modo ereto, filamentosas, formando cadeias e fitas, pedunculadas) e III) móveis (diatomáceas com mobilidade) - baseando-se no potencial das espécies para utilização de recursos e para evitar os distúrbios (PASSY, 2007).

2. 6 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS

Para análise quantitativa, o biofilme foi removido do substrato, com área conhecida, e o material foi fixado em solução Transeau (BICUDO; MENEZES, 2006). Foram determinados o volume total da amostra nos frascos, número de campos contados, volume dos campos contados, área da lâmina, área do campo de contagem, altura da câmara de sedimentação, para posteriormente calcular a densidade de indivíduos. Cubetas de sedimentação de 2 ml foram utilizadas para a quantificação das diatomáceas, em microscópio invertido OLYMPUS IX70 em 600x (UTHERMÖL, 1958). O tempo de sedimentação foi de 2 horas para amostras de 2 mL (LUND; KIPLING; LECREN, 1958). As contagens foram realizadas por meio de transecções verticais com intervalo de um campo. Os primeiros dias devido à baixa densidade foram contados 50 campos. No decorrer do tempo, o desenvolvimento da comunidade foi aumentando, sendo assim, a parada da contagem ocorreu de duas formas; até atingir o mínimo de 100 indivíduos da segunda espécie mais frequente e/ou com a estabilização da curva de acumulação de espécies (BICUDO, 1990). Como também o cálculo da eficiência de 92% da contagem de espécies seguiu

Pappas e Stoermer (1996). Consideramos somente as células inteiramente dentro do campo e com conteúdo celular, para evitar a contagem de uma valva como sendo um indivíduo. O cálculo da densidade de indivíduos adaptada para a área do substrato (Indivíduos/cm²) seguiu-se a equação de Ross (1979).

$$N = \frac{n * 1000 * 10^6 * V}{v_c * S} * f \quad v_c = \square * A_c * N_c$$

Onde:

N = densidade (indivíduos por cm²);

n = número total de indivíduos contados;

V = volume total da amostra (mL);

V_c = volume dos campos contados (mL);

A_c = área do campo e contagem (μm²);

h = altura da câmara de sedimentação (mm);

N_c = número de campos contados.

S = área do substrato (superfície raspada)

As espécies quantificadas em cada ambiente, que contribuíram no mínimo de 2% da densidade total, foram enquadradas nas formas de crescimento e nas guildas supracitadas, para elucidar as variações temporais nas estruturas das comunidades. Para seleção das mais representativas considerou-se o valor de 5% do total contado.

Para estimar a diversidade de espécies ao longo da trajetória sucessional utilizamos o índice de Shannon (H') e equitabilidade (índice de Pielou) a partir das equações abaixo:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad p_i = \frac{N_i}{N}$$

Onde:

H' = índice de Shannon-Wiener;

N_i = número de indivíduos de cada espécie;

N = número total de indivíduos na amostra;

S = número total de espécies.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Onde:

J' = índice de Equitabilidade de Pielou;

H' max = $H'(S)$ = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas = riqueza.

2.7 ANÁLISE EXPLORATÓRIA E ESTATÍSTICA DOS DADOS

Realizou-se análise descritiva e exploratória da comunidade através de gráficos e tabelas, apresentando dados de densidade total (indivíduos/cm²) com os índices citados acima (software PAST). Dendrograma de similaridade (Bray-Curtis) Análise de Componentes Principais foi utilizada para avaliar as tendências de distribuição dos dados bióticos dos três ambientes estudados (PC-ORD 6.08). Os dados quantitativos normalizados através de $\log(x + 1)$. O primeiro dia de sucessão do Carv foi excluído de algumas análises por ser considerado um *outlier*.

3 RESULTADOS

3.1 PARÂMETROS AMBIENTAIS

A direção do vento foi constante (N-NNE) com médias de $2.5 \pm 0.9 \text{ ms}^{-1}$. Maior precipitação foi registrada no dia 20, período que corresponde a um dia antes do 12º dia de coleta. A temperatura variou ao longo do tempo com mínimas entre 10 a 20 °C ($12.1 \pm 2.9 \text{ °C}$) e máximas entre 15 e 33°C ($22.2 \pm 5.0 \text{ °C}$) (Fig. 8).

Na tabela 1 são apresentados os dados das análises da água coletada nos ambientes estudados e tabela 1 dados históricos do IAP. As concentrações de nitrogênio Kjeldahl e nitrogênio amoniacal apresentaram menores valores no início do experimento e maiores valores nos últimos dias nos reservatórios Pira I e no Pira II. No reservatório do Carv os valores foram baixos em todo o período. Nitrogênio orgânico não manteve um padrão estável entre os reservatórios, cada um dos ambientes apresentou uma concentração diferente, porém, com poucas oscilações quando analisamos individualmente os ambientes durante a sucessão.

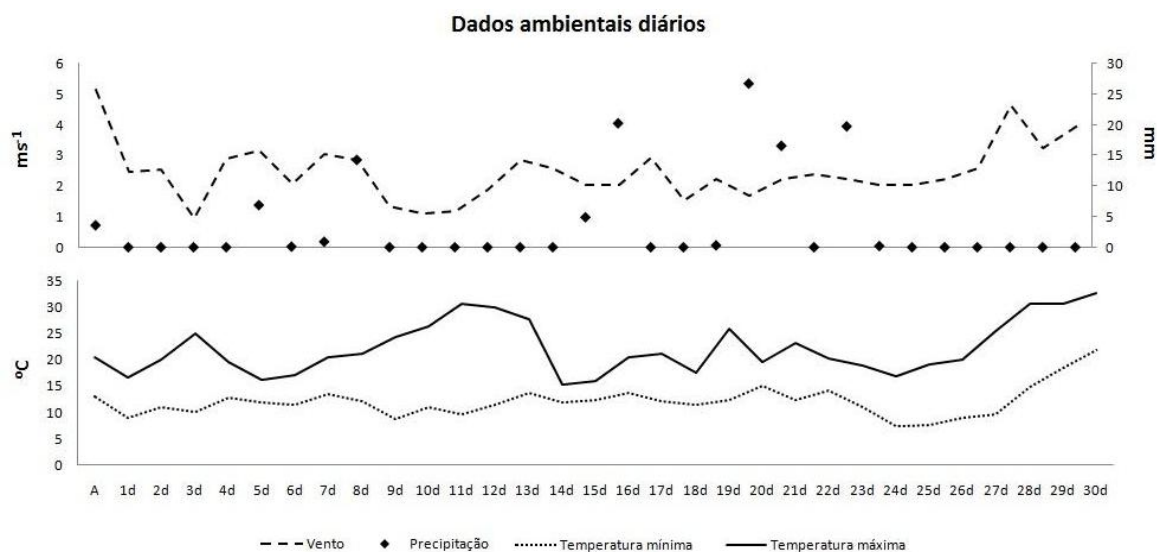


FIGURA 8: DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) DE VELOCIDADE DO VENTO, PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DA REGIÃO DOS RESERVATÓRIOS INICIANDO NO DIA ANTERIOR (A) AO INÍCIO DO EXPERIMENTO E NO DECORRER DOS 30 DIAS (D) DE AMOSTRAGEM.

Assim também, o nitrogênio total permaneceu mais estável no reservatório do Carv, e com valores mais altos no Pira II. De maneira geral, os máximos valores de nitrito foram registrados no reservatório do Carv. O limite de sensibilidade do método das análises laboratoriais dos níveis de fósforo foi $<0,3 \text{ mg/L}^{-1}$.

TABELA 1: ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA DOS TRÊS RESERVATÓRIOS Carv, Pira I E Pira II, REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.

L	D	NK ₋₁ mg/L	N-NH ₃ mg/L	N ₋₁ mg/L	Nt ₋₁ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	PO ₄ ⁻ mg/L
Pira I	24/8/15	0,16	<0,01	0,16	0,27	0,11	<0,01	<0,3
	10/9/15	0,12	<0,01	0,12	0,18	0,06	<0,01	<0,3
	18/9/15	0,35	0,34	0,01	0,42	0,07	<0,01	<0,3
Pira II	24/8/15	0,56	0,23	0,33	0,73	0,17	<0,01	<0,3
	10/9/15	0,20	0,04	0,16	0,23	0,03	<0,01	<0,3
	18/9/15	0,63	0,30	0,33	0,67	0,04	<0,01	<0,3
Carv	24/8/15	0,14	<0,01	0,14	0,42	0,28	<0,01	<0,3
	10/9/15	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,26	<0,01	<0,3
	18/9/15	0,02	<0,01	0,02	0,27	0,25	<0,01	<0,3

FONTE: (L) Locais de coletas, (D) datas das coletas, (NK) nitrogênio Kjeldahl, (N-NH₃) nitrogênio amoniacal, (N) nitrogênio orgânico, (Nt) nitrogênio total, (NO₂⁻) nitrito, (NO₃⁻) nitrato, (PO₄) fosfato.

TABELA 2: ANÁLISES QUÍMICAS DA ÁGUA DOS DOIS RESERVATÓRIOS Pira I E Pira II, REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. DADOS DO INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP).

D	%	P (mg/L)	(NO ₃ ⁻)	(NO ₂ ⁻)	(N-NH ₃)	(mg/m ³)	(metros)	(mg/L)	(dias)
abr/05	40.6	0.005	0.011	0.011	0.0185	1.06	1.6	40	387

	jun/05	16.4	0.007	0.055	0.011	0.0965	1.33	3	1	387
	abr/06	33.5	0.0385	5.665	0.011	0.0605	4.29	2	22	387
	ago/06	10.2	0.013	0.035	0.026	0.1	0.74	2.3	12.5	387
	fev/07	56.9	0.0215	0.1	0.035	0.1135	0.99	1.9	15.5	387
	out/07	37.3	0.012	0.0925	0.002	0.1185	5.05	3.2	10.75	387
	fev/08	53.26	0.0155	0.04	0.002	0.1265	3.58	2.6	8.85	387
	jun/08	14.2	0.017	0.045	0.002	0.18	2.07	2.9	3.95	387
Pira I	fev/09	58.3	0.007	0.025	0.002	0.128	6.68	2.1	78.5	387
	jul/09	5.4	0.007	0.0725	0.002	0.23	2.37	2.8	15.5	387
	jan/10	54.5	0.0125	0.05	0.025	0.132	3.4	2.2	12.5	387
	jul/10	8.8	0.0105	0.11	0.002	0.155	6.29	4	3.75	387
	fev/11	91.9	0.0085	0.05	0.002	0.027	1.73	3	11.25	387
	jan/12	63.2	0.011	0.01	0.001	0.169	0.97	3.4	9.15	387
	out/12	12.8	0.008	0.075	0.002	0.0795	5.18	2.4	10.3	387
	jul/13	11.5	0.007	0.075	0.025	0.155	12.28	2	10.7	387
	nov/09	63.4	0.048	0.1	0.006	0.1145	18.81	1.1	13.5	114
	jan/10	50.4	0.0305	0.02	0.0015	0.0555	11.1	1	18.5	114
	jul/10	25.5	0.0255	0.37	0.0035	0.088	7.96	1.4	10.35	114
Pira II	fev/11	28.3	0.0295	0.15	0.002	0.1605	13.85	0.7	13	114
	jun/11	29.03	0.024	0.05	0.003	0.1025	4.86	2	20	114
	jan/12	43.3	0.025	0.02	0.001	0.17	4.31	2.9	11.75	114
	out/12	20.25	0.021	0.105	0.002	0.0805	1.85	1.4	14	114
	jul/13	16.91	0.021	0.07	0.004	0.12	4.18	1.2	16.5	114

FONTE: (D) datas de coletas, (%) Déficit de oxig. Dissolvido, (P) Fosforo, (NO_3^-) nitrato, (NO_2^-) nitrito, (N-NH_3) nitrogênio amoniacal, (mg/m³) Clorofila a, (metros) Disco de Secchi, (mg/L) DQO, (dias) Tempo de residência.

3.2 ANÁLISE TAXONÔMICA E SIMILARIDADE DOS AMBIENTES

O estudo taxonômico das diatomáceas removidas do substrato artificial resultou na identificação de 32 gêneros e 111 táxons infragenéricos, considerando os três ambientes (Apêndice 1). O reservatório de Pira II apresentou a maior riqueza de espécies (n=66), seguida de Pira I (n= 57) e do Carv (n= 40), com a menor riqueza (Fig. 9, Apêndices 1, 2, 3, 4).

Os reservatórios Pira II e Pira I apresentaram o maior número de espécies em comum (n = 19), comparando-se com o número de espécies compartilhadas entre Carv e Pira I (n = 4) e Carv e Pira II (n = 7). Portanto, há maior similaridade entre Pira II e Pira I (J = 0,22) e uma baixa similaridade entre Carv e Pira I (J= 0,06) e Carv e Pira II (J=0,10). Um total de 17 espécies foram comuns entre os três ambientes (Fig. 9).

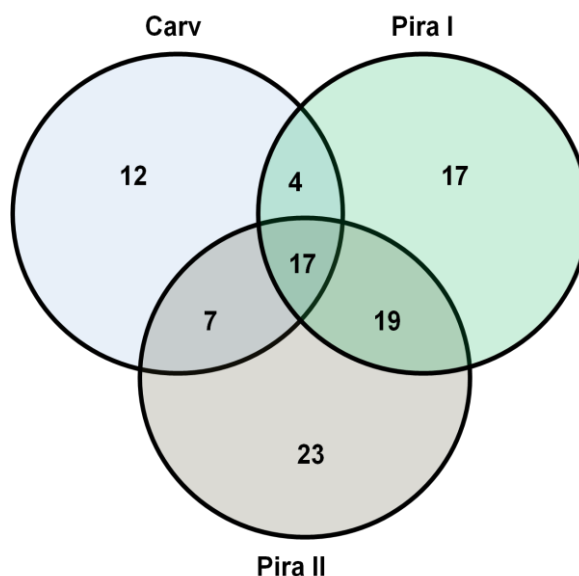
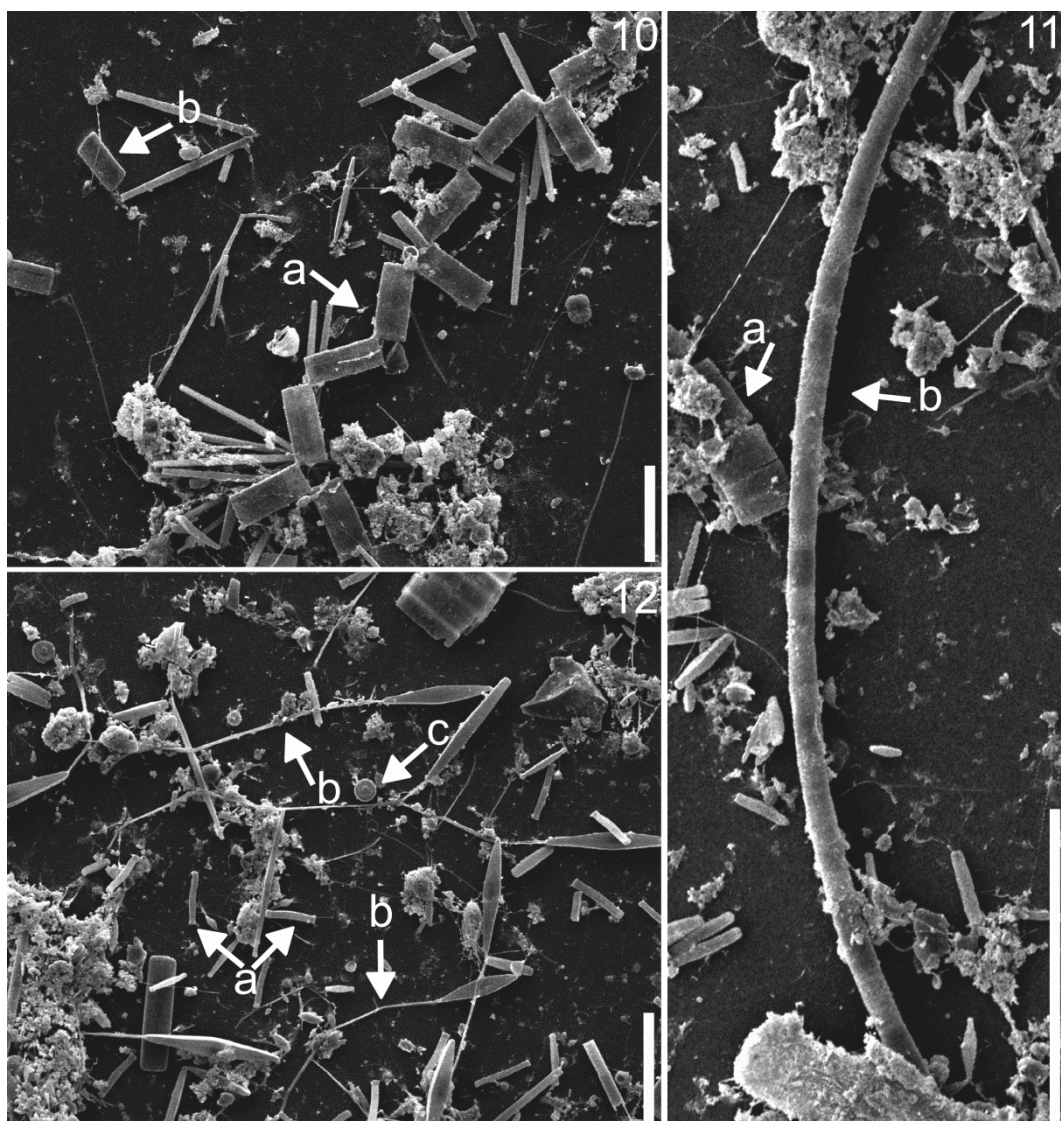


FIGURA 9: DIAGRAMA DE VENN DA RIQUEZA DE ESPÉCIES ENTRE TRÊS RESERVATÓRIOS DURANTE O PERÍODO DE COLONIZAÇÃO E SUCESSÃO. INTERSECÇÕES REPRESENTAM O NÚMERO DE ESPÉCIES COMPARTILHADAS PELOS AMBIENTES.

Os gêneros com maior riqueza de espécies foram: *Eunotia* (16), *Pinnularia* (13), *Gomphonema* (9), *Encyonema* (7), *Achnantheidium*, *Surirella*, *Fragilaria* (6), *Sellaphora* (5), *Frustulia*, *Navicula* (4) e *Aulacoseira* (3).

3.3 FORMAS DE ADERÊNCIA DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS

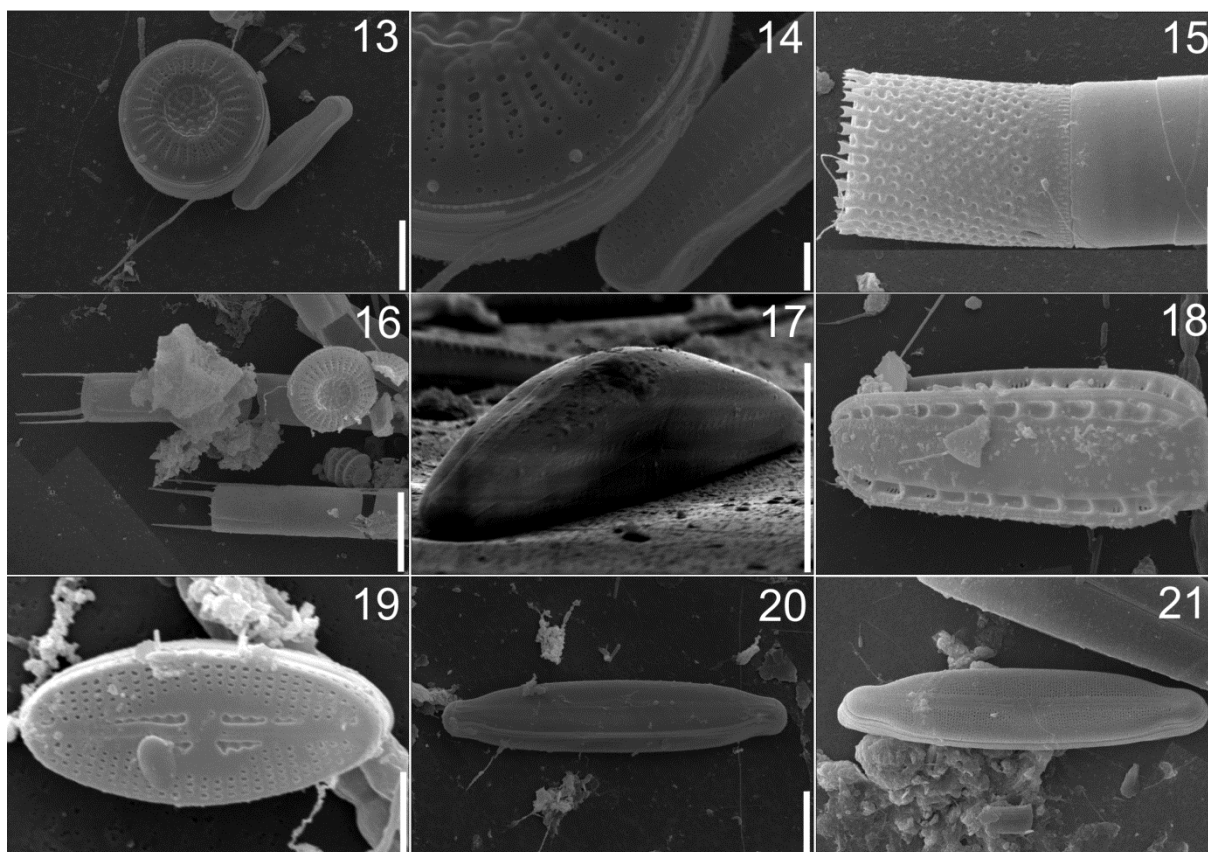
Registros das estratégias de aderência das diatomáceas perifíticas em substrato artificial foram realizados através da microscopia eletrônica de varredura (MEV), o aspecto geral do substrato, contendo as comunidades perifíticas com alguns detalhes das suas estratégias de fixação são descritas e ilustradas a seguir (Figs. 10-12).



FIGURAS 10-12: DISPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL (MEV) - ASPECTO GERAL. 10 - (A) COLÔNIAS EM ZIG-ZAG DE *Fragilariforma javanica*, (B) *Eunotia* sp., adnata, (C) *Eunotia* sp. FIXA POR ALMOFADA E ADERIDA AO SUBSTRATO, 11 - (d) *Eunotia* sp. FORMANDO FITAS, (E) *Aulacoseira* sp. FORMANDO FILAMENTO (COLÔNIA), 12 - (F) *Discostella stelligera* (PLANCTÔNICA), (G-H) *Gomphonema* sp. PEDÚNCULOS DE MUCILAGEM, (I) *Achnanthisdium* sp. COM ALMOFADA DE MUCILAGEM. BARRA DE ESCALA: 50 μ m.

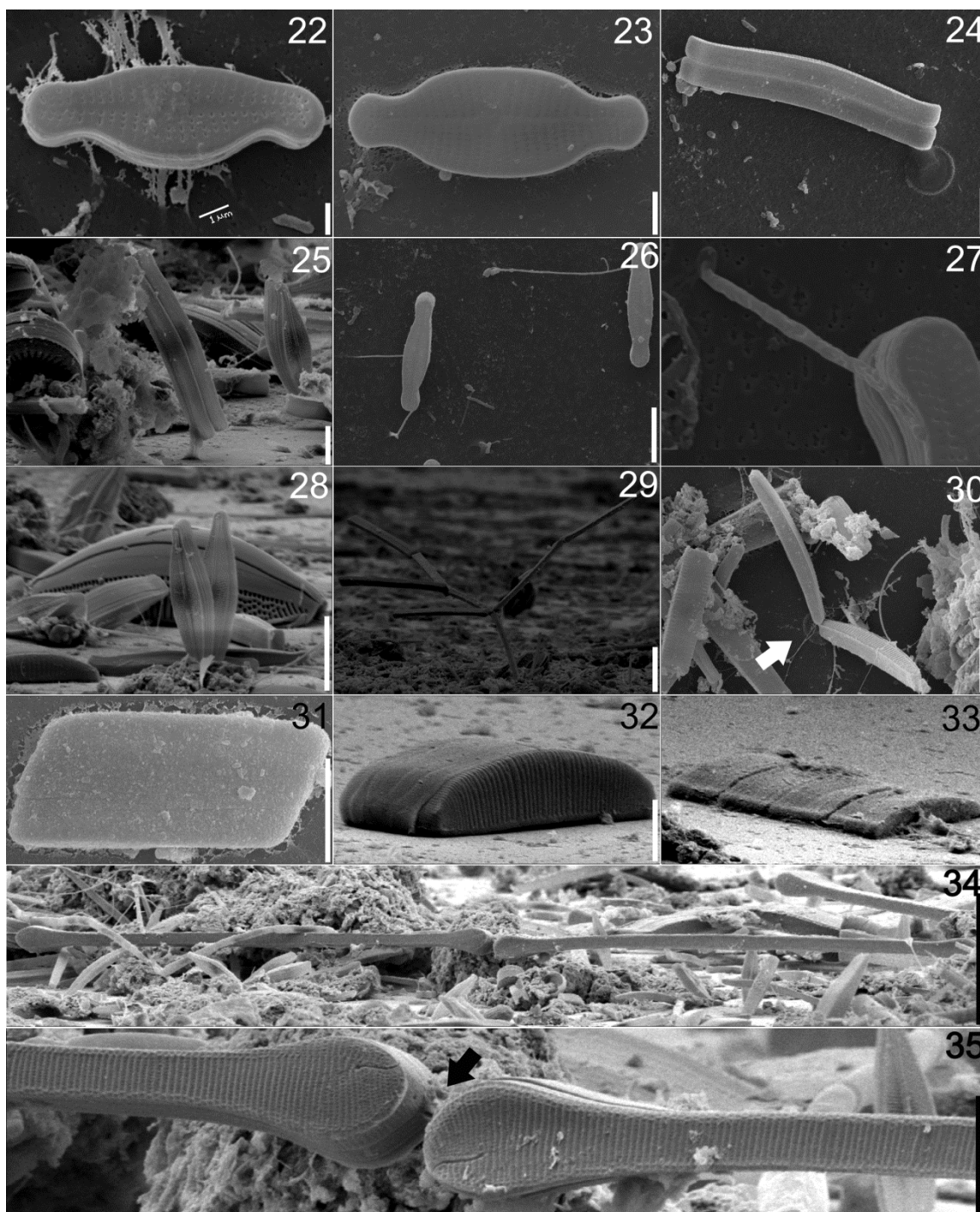
Diatomáceas não aderidas como, *Discostella stelligera*, considerada planctônica solitária, ocorreu em Pira I e II em todo o período de sucessão. Registrou-se a espécie fixa ao substrato por fibrilas liberadas pelo manto, demonstrando que possui uma estratégia de adesão (Figs. 13-14). Também, *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* e *A. tenera*, espécies meroplanctônicas coloniais, abundantes nas amostras, formam filamentos com 8 a 20 células, sem aparente formação de mucilagem para adesão (Figs. 15-16).

Dentre espécies encontradas no substrato estão, *Encyonema neogracile*, *Surirella tenuissima*, *Sellaphora saugerresii* e espécies de *Adlafia* sp. e *Neidium* sp. (Fig. 17-21), todas solitárias que podem estar aderidas pela rafe.



FIGURAS 13-21: DISPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL (MEV). MATERIAL DESIDRATADO. 13-14 - *Discostella stelligera* (PLANCTÔNICA), FIXA AO SUBSTRATO ATRAVÉS DE FRIBRILAS;- LIBERAÇÃO DE MUCILAGEM PELO MANTO, 15 - *Aulacoseira ambigua*, 16 - *A. herzogii*, 17 - *Encyonema neogracile*, 18 - *Surirella tenuissima*, 19 - *Sellaphora saugerresii*, 20 - *Adlafia decora*, 21 - *Neidium* sp. BARRA DE ESCALA: FIGS. 13, 15, 18, 20 e 21 = 5 μ m; FIGS. 14 = 1 μ m; FIGS. 16 e 17 = 10 μ m, FIGS. 19 = 2 μ m.

Entre as diatomáceas adnatas estão representantes do gênero *Achnanthidium*, tais como *A. exiguum* e *A. macrocephalum*, que liberam mucilagem através da fissura rafe, aderindo-se totalmente ao substrato pela face valvar com rafe (Figs. 22-23). Espécies de *Eunotia* permanecem prostradas no substrato pela liberação de mucilagem através da rafe encurtada (Fig. 31-33). Representante de *Frustulia* foi encontrado liberando mucilagem pela rafe, formando colônias em tubos mucilaginosos e aderida ao substrato pelos ápices (Figs. 53-54).



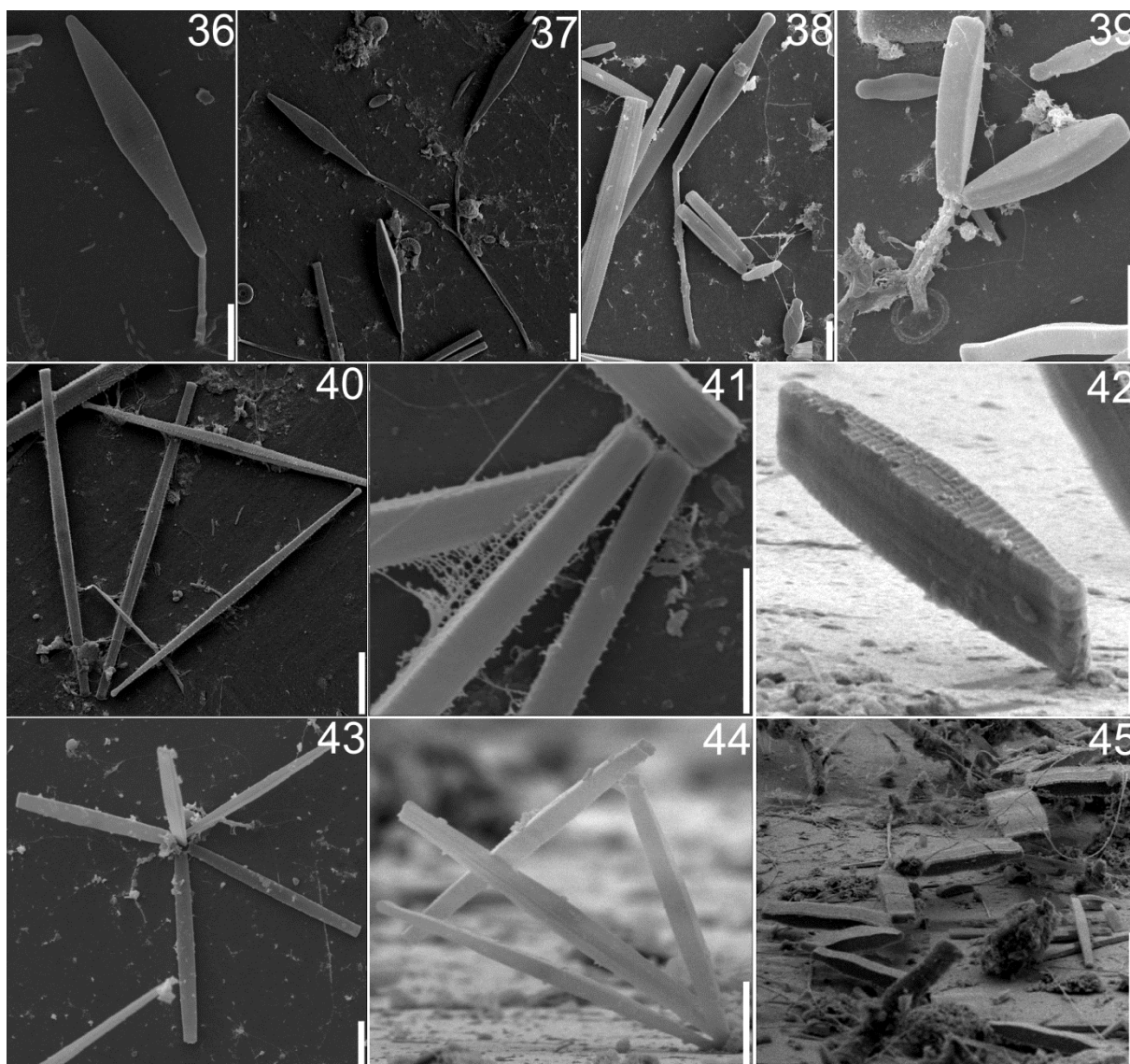
FIGURAS 22-35: DISPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL (MEV). MATERIAL DESIDRATADO. 22 - *Achnantheidium macrocephalum*, 23 - *A. exiguum*, TOTALMENTE ADERIDO AO SUBSTRATO PELA VALVA COM RAFe, 24-25 - *A. caledonicum*, ADERIDO POR ALMOFADA DE MUCILAGEM, VER DETALHE DO DISCO DE FIXAÇÃO, 26-27 - *A. minutissimum*, FORMANDO PEDÚNCULOS DE MUCILAGEM, LIBERAÇÃO DE MUCILAGEM PELO MANTO, 28 - *Amphora* sp, aderida pela rafe, 29 - *Eunotia desmogonioides*, formando colônia ramificada, 30 - *E. bilunaris*, ADERIDA AO SUBSTRATO POR ALMOFADA DE MUCILAGEM, 31-32 - VISTA PLEURAL E VALVAR DE UMA *Eunotia* sp. TOTALMENTE ADERIDA AO SUBSTRATO, 33 - FORMANDO FITA 34-35 - *E. desmogonioides*, CÉLULAS UNIDAS PELO ÁPICE. BARRA DE ESCALA: FIGS. 22, 27 = 1 µm, FIGS. 23, 24, 25, 26, 31 = FIG. 28, 30, 32, 35 = 10 µm, FIG. 29 = 2 µm, FIG. 33 = 20 µm, FIG. 34 = 50 µm.

Dentre as espécies pedunculadas *Achnantheidium caledonicum* adere-se ao substrato por pequeno pedúnculo de mucilagem segregado apicalmente na face da valva com rafe, estratégia para permanecer na vertical (Figs. 24-25). *A. minutissimum* pode liberar mucilagem pelo manto formando filamentos mucilaginosos (Figs. 26-27).

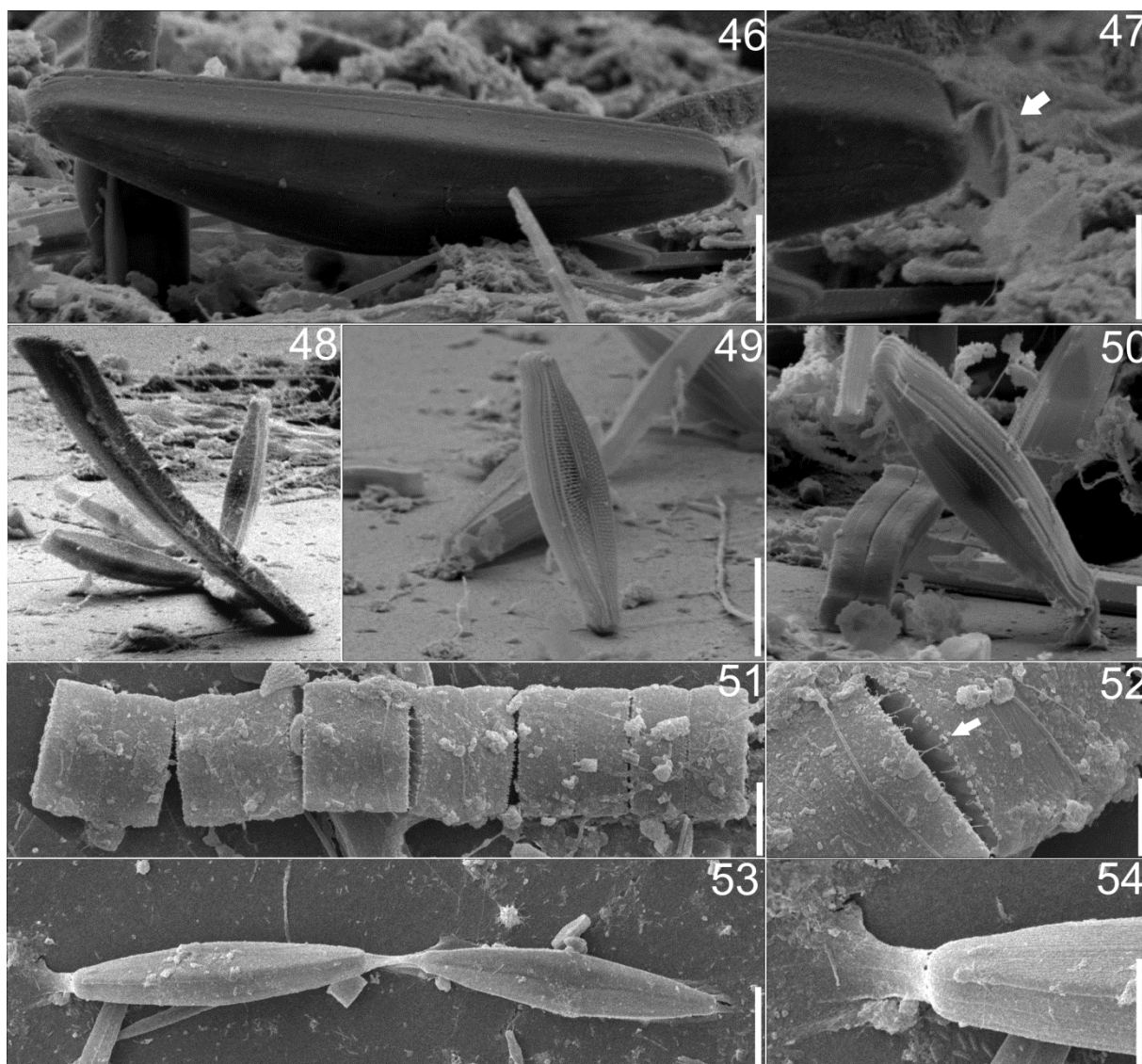
O gênero *Gomphonema*, bem representado em riqueza neste trabalho, possui campo de poros apicais na base valvar excretando mucilagem na forma de pedúnculos de diferentes tamanhos. Registramos *G. naviculoides* (Fig. 36) e *G. subtile* (Fig. 38) aderidos ao substrato de forma solitária através de pedúnculos longos ou curtos liberados pelo campo de poros, *G. naviculoides* e *G. lagenula* foram encontrados com e duas frústulas no ápice de pedúnculos ramificados (Fig. 37, 39).

Registrou-se *Cymbella loescherae* aderida ao substrato por pedúnculo de mucilagem (Figs. 46-47) e *Actinella leontopithecus-rosalia*, presa por uma almofada de mucilagem, permanecendo ereta (Fig. 48).

Espécies de *Brachysira* vivem solitárias e formam almofadas de mucilagem liberadas pela terminação da rafe ou ainda, pelas aréolas do manto (Figs. 49-50). Entre as espécies de *Eunotia* *Eunotia bilunaris* libera mucilagem pela rafe curta e se fixa por almofada de mucilagem, permanecendo eretas (Fig. 30). Outras espécies do gênero são totalmente aderidas (Figs. 31-32), formando fitas, dispostas sobre o substrato como estratégias de vida colonial (Fig. 39). *Eunotia naegelli* e *E. subarcuatooides* foram registradas na contagem e utilizam estratégias de fixação liberando mucilagem pela rafe ou pela rimopórtula, formando uma almofada.



FIGURAS 36-45: DISPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL. MATERIAL DESIDRATADO. 36-37 - *Gomphonema naviculoides*, FORMANDO UM OU MAIS PEDÚNCULO PARA FIXAÇÃO AO SUBSTRATO, 38 - *G. subtile*, ADERIDA AO SUBSTRATO POR PEDÚNCULO, 39 - *G. parvulum*, FORMANDO PEDÚNCULO, 40-41 - *Fragilaria tenera*, LIBERANDO MUCILAGEM E ADERIDAS POR TODA A VALVA, E FORMAÇÃO DE COLÔNIA, FIXA ATRAVÉS DO ÁPICE, 42 - *F. recapitelata*, aderida por almofada de mucilagem, 43 - *F. gracilis*, FIXADAS POR AIMOFADA DE MUCILAGEM PERMANECENDO ERETA, 44 - *F. tenera*, ASSOCIAÇÕES EM FORMATO DE ROSETA, 45 - *Fragilariforma javanica*, FORMANDO COLÔNIA. BARRA DE ESCALA: FIG.36,38-40, 43, 55 = 10 μ m, fig. 37 = 20 μ m, FIGS. 41-42, 44 = 5 μ m.



FIGURAS 46-54: DISPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM SUBSTRATO ARTIFICIAL (MEV). MATERIAL DESIDRATADO. 46 - *Cymbella aspera*, ADERIDA POR PEDÚNCULO DE MUCILAGEM, 47 - *C. aspera*, SETA INDICANDO O PEDÚNCULO DE MUCILAGEM LIBERADO PELO ÁPICE, 48 - *Actinella leontopithecus-rosalia*, DEMONSTRAÇÃO DA ALMOFADA DE MUCILAGEM FIXA AO SUBSTRATO, 49-50 - *Brachysira neoexilis*, FIXA AO SUBSTRATO PELO ÁPICE, 51 - *Staurosirella acidophila*, FORMAÇÃO DE COLÔNIAS EM FORMA DE FITA, 52 - *S. acidophila*, LIGAÇÃO DAS CÉLULAS POR ESPINHOS, 53-54 - *Frustulia* sp., LIGANDO UMA CÉLULA À OUTRA POR TUBO DE MUCILAGEM PELOS ÁPICES. BARRAS DE ESCALA: FIG. 46 = 20 μ m, FIGS. 47, 48, 51, 53-54 = 10 μ m, = FIGS. 49, 50 = 5 μ m,

Finalmente, a forma de crescimento colonial foi documentada nos três reservatórios. Registramos *Eunotia desmogonioides* formando colônias ramificadas liberando mucilagem através da rimopórtula (Figs. 29-34-35). *Fragilaria gracilis* (Fig. 43), conectam-se apicalmente vivendo em associações formando rosetas sobre o substrato. *F. tenera*, além da secreção mucilagem pelo campo de poros apicais, libera mucilagem pelas aréolas, possibilitando que a célula inteira permaneça aderida totalmente ao substrato (Figs. 40-41). *Fragilariforma javanica* forma longas

colônias tipo fita em zig-zag, presas por mucilagem secretada através do campo de poros e também, presas umas às outras por pequenos espinhos marginais (Fig. 45). Outra Fragilariophyceae, *Staurosirella acidophila*, forma longas fitas, com várias células ligadas pelos espinhos da margem da face valvar e pelos campos de poros apicais (Figs. 51-52).

3.4 ANÁLISE QUANTITATIVA AO LONGO DO TEMPO SUCESSIONAL

Análise quantitativa revelou 17 gêneros e 37 espécies abundantes. Destas, 19 espécies foram encontradas no reservatório do Carv (sendo 9 exclusivas), 18 espécies no Pira I (5 exclusivas) e 20 espécies no Pira II (7 exclusivas). No 30º dia, menor densidade foi registrada no reservatório do Carv ($4.670 \text{ ind.cm}^{-2}$), seguida de Pira I ($36.367 \text{ ind.cm}^{-2}$) e Pira II ($55.720 \text{ ind.cm}^{-2}$) (Fig. 55).

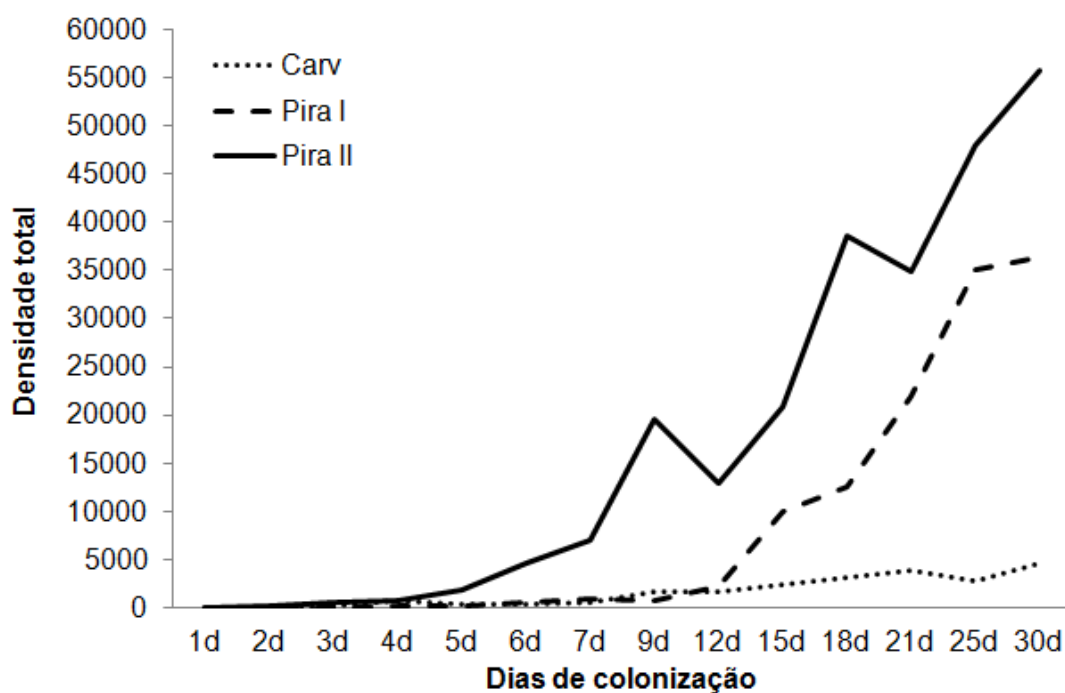


Figura 55. DENSIDADES MÉDIAS (IND.CM^{-2}) DAS DIATOMÁCEAS AO LONGO DA TRAJETÓRIA SUCESSIONAL NOS RESERVATÓRIOS DO CARV, PIRA I E PIRA II.

No reservatório do Carv, as espécies que acumularam as maiores densidades, considerando todo o período da sucessão, foram *G. parvulum* (36.5%) e *G. subangustatum* (24.9%) (Fig. 56).

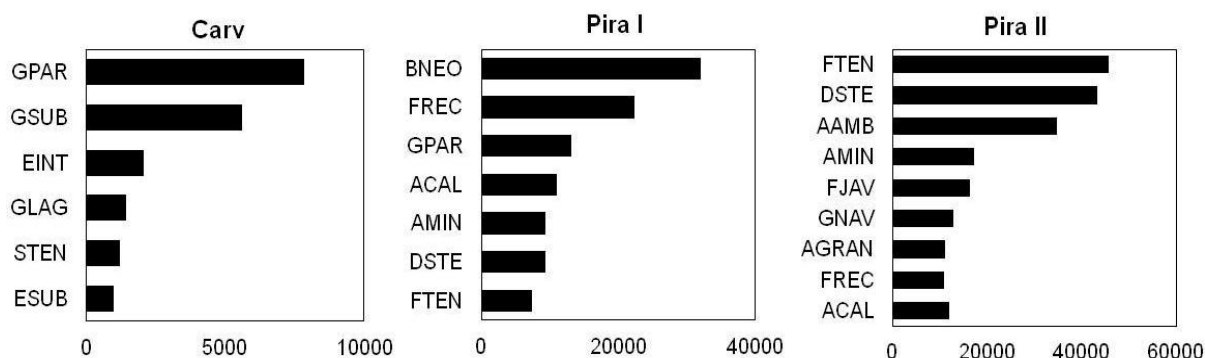


FIGURA 56. DENSIDADE MÉDIA (IND.CM²) DAS ESPÉCIES QUE MAIS CONTRIBUÍRAM PARA A DENSIDADE TOTAL, (NO MÍNIMO 5% DE CONTRIBUIÇÃO) AO FINAL DA TRAJETÓRIA SUCESSIONAL NO RESERVATÓRIO DO CARVALHO (CARV) CONTRIBUIÇÃO 89%, PIRAQUARA I (PIRA I) 88% E PIRAQUARA II (PIRA II) 86% DA DENSIDADE MÉDIA TOTAL DAS ESPÉCIES CONTADAS GPAR (*G. parvulum*), GSUB (*G. subangustatum*), GLAG (*G. lagenula*), EINT (*E. intermedia*), STEN (*S. tenuissima*), ESUB (*E. subarcuatoide*), ACAL (*A. caledonicum*), AMIN (*A. minutissimum*), BNEO (*B. neoexilis*), DSTE (*D. stelligera*), FREC (*F. recapitellata*), FTEN (*F. tenera*), GNAV (*G. naviculoides*), AAMB (*A. ambigua*), AGRAN, (*A. granulata*) FJAV (*F. javanica*).

Em Pira I, *Brachysira neoexilis* (27%), *Fragilaria recapitellata* (19%) e *Gomphonema naviculoides* (11%) foram as espécies que mais contribuíram (57%) para o total da densidade ao final do processo sucessional. As demais contribuíram com mais 31% da densidade total: *Achnanthes caledonicum*, *A. minutissimum*, *Discostella stelligera* e *Fragilaria tenera* (Fig. 56).

No reservatório Pira II, *Aulacoseira ambigua* (15%), *Discostella stelligera* (18%) e *Fragilaria tenera* (19%) foram as espécies mais abundantes do reservatório que culminou na maior densidade entre as três represas (Fig. 55). *Achnanthes caledonicum*, *A. minutissimum*, *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria recapitellata*, *Fragilariforma javanica* e *Gomphonema naviculoides* completam mais 34% do total contado em Pira II (Fig. 56).

Menor riqueza foi registrada no Carv em todo período sucessional, que apresentou pico no 21º dia (12 espécies), atingindo o máximo de 16 espécies no último dia de coleta. PI, por sua vez, apresentou pico no 18º dia (23 espécies) atingindo total de 34 espécies ao final da sucessão. Por fim, PII apresentou pico no 15º dia (35 espécies) e apresentou 38 espécies no 30º dia de sucessão. Quanto a diversidade, o Carv diferenciou-se dos demais ambientes apresentando maior diversidade do início da colonização, enquanto que o Pira I e Pira II apresentaram diversidade crescente com tendência à estabilização após 12-15 dias. Valores de equitabilidade (0,6 a 1,0) indicaram a distribuição dos indivíduos com tendências homogêneas, sem apresentar dominância (Fig. 57).

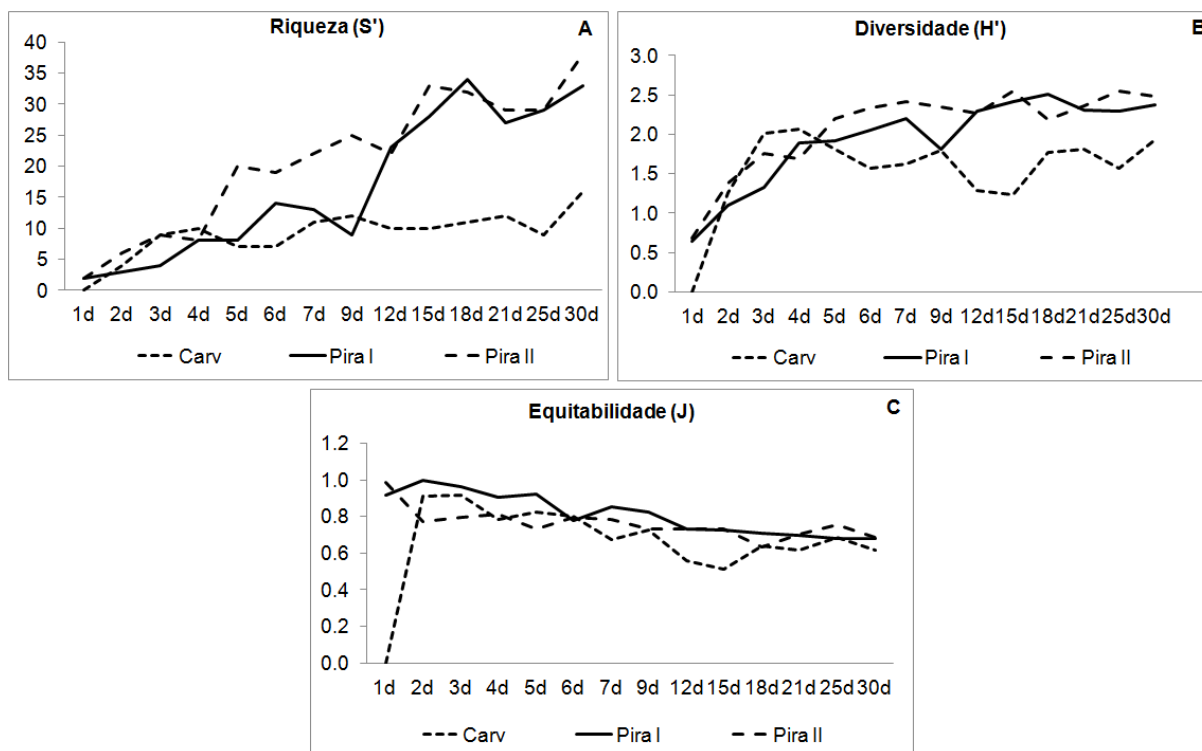


FIGURA 57. DIVERSIDADE, RIQUEZA (NÚMERO DE ESPÉCIES), EQUITABILIDADE CALCULADA A PARTIR DO ÍNDICE DE PIELOU (IND.CM^{-2}) DE ESPÉCIES DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS AO LONGO DA TRAJETÓRIA SUCESSIONAL ANÁLISES EM SUBSTRATO ARTIFICIAL (POLIESTIRENO) NOS RESERVATÓRIOS CARV, PIRA I E PIRA II.

3.5 ANÁLISE DAS FORMAS DE FIXAÇÃO E GUILDA AO LONGO DO TEMPO SUCESSIONAL

A figura 58 apresenta a representatividade de cada forma de classificação ao longo do período estudado. No Carv as formas pedunculadas predominaram (70%). Em Pira I e Pira II predominaram as aderidas por almofadas (28% e 41% respectivamente), seguidas pelas adnatas (25%) no Pira I e por não aderidas (30%) no Pira II.

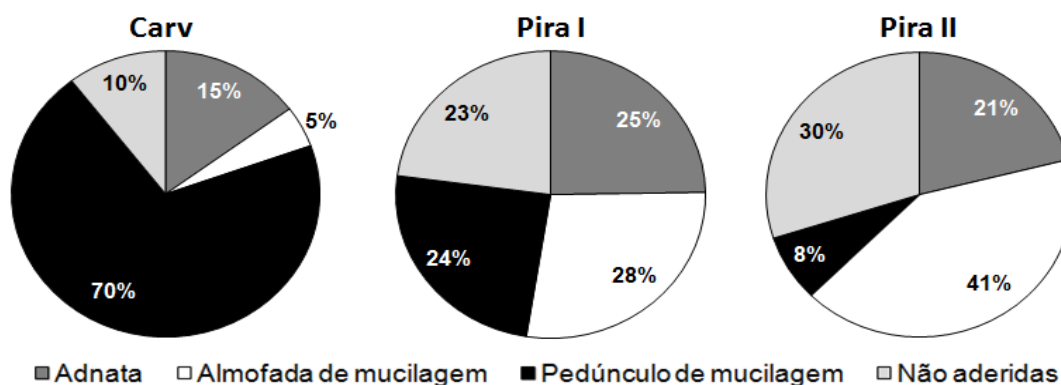


FIGURA 58: PORCENTAGEM DAS FORMAS DE CRESCIMENTO DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS, ENCONTRADAS NAS DENSIDADES ACIMA DE 2% DURANTE 30 DIAS NOS RESERVATÓRIOS CARV, PIRA I E PIRA II.

No agrupamento de guildas (Fig. 59), alto perfil dominou no Carv (76%) e no Pira II (63%), em seguida baixo perfil destacou-se em ambos. Somente no Pira I, a guilda de baixo perfil (57%) prevaleceu, seguida pela de alto perfil (42). A guilda móvel foi a menos representativa nos ambientes.

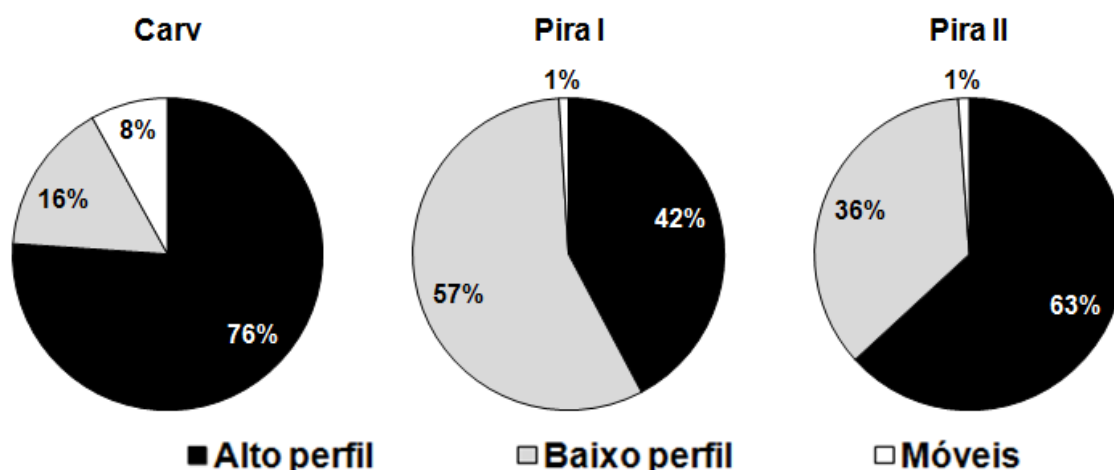


FIGURA 59: PORCENTAGEM DAS GUILDAS DAS DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS, ENCONTRADAS NAS DENSIDADES ACIMA DE 2% DURANTE 30 DIAS NOS RESERVATÓRIOS CARV, PIRA I E PIRA II.

Na tabela 3 estão listadas as formas de crescimento das espécies e suas porcentagens e na tabela 3, as guildas ecológicas nos diferentes reservatórios.

TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES ABUNDANTES EM FORMAS DE CRESCIMENTO NOS RESERVATÓRIOS CARV, PIRA I E PIRA II.

Formas de crescimento		Táxons encontrados
Carv	Adnata	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (7%), <i>Discostella stelligera</i> (1%), <i>Eunotia intermedia</i> (69%), <i>E. canicula</i> (22%), <i>Frustulia crassinervia</i> (1%).
	Almofada de mucilagem	<i>Eunotia subarcuatoides</i> (84%), <i>Fragilaria tenera</i> (10%), <i>F. vaucheriae</i> (6%).
	Pedúnculo de mucilagem	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (2%), <i>A. minutissimum</i> (3%), <i>Gomphonema lagenula</i> (8%), <i>G. naviculoides</i> (2%), <i>G. parvulum</i> (60%), <i>G. subangustatum</i> (25%).
	Não aderidas	<i>Aulacoseira ambigua</i> (2%), <i>A. tenella</i> (1%), <i>Discostella stelligera</i> (2%), <i>Frustulia crassinervia</i> (2%), <i>Navicula cryptocephala</i> (4%), <i>Nupela kociolekii</i> (13%), <i>Pinnularia divergens</i> var. <i>media</i> (2%), <i>Surirella tenuissima</i> (53%), <i>Encyonema neogracile</i> (5%).
Pira I	Coloniais	Filamento: <i>Aulacoseira ambigua</i> (1%), <i>A. tenella</i> (0,4%). Almofadas de mucilagem: <i>E. subarcuatoides</i> (11%), <i>Fragilaria vaucheriae</i> (1%). Tubos de mucilagem: <i>Frustulia crassinervia</i> (0,4%). Pedúnculos de mucilagem: <i>Gomphonema lagenula</i> (8%), <i>G. naviculoides</i> (1%), <i>G. parvulum</i> (55%), <i>G. subangustatum</i> (23%).
	Adnata	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (16%), <i>Discostella stelligera</i> (78%), <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (5%), <i>Eunotia intermedia</i> (5%).

	Almofada de mucilagem	<i>Brachysira brebissonii</i> (7%), <i>B. neoexilis</i> (32%), <i>E. intermedia</i> (2%), <i>Fragilaria recapitellata</i> (51%), <i>F. tenera</i> (7%), <i>F. vaucheriae</i> (2%), <i>U. delicatissima</i> (1,3%)
	Pedúnculo de mucilagem	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (14%), <i>A. minutissimum</i> (14%), <i>Gomphonema graciloides</i> (7%), <i>G. naviculoides</i> (66%).
	Não aderidas	<i>Aulacoseira ambigua</i> (13%), <i>A. granulata</i> (1%), <i>A. tenella</i> (5%), <i>Discostella stelligera</i> (527%), <i>Encyonema incurvatum</i> (2%), <i>E. neogracile</i> (11%), <i>Eunotia desmogonioides</i> (12%), <i>Navicula notha</i> (3%).
	Coloniais	Filamento: <i>Aulacoseira ambigua</i> (8%), <i>A. granulata</i> (1%), <i>A. tenella</i> (3%), Almofadas de mucilagem: <i>Eunotia desmogonioides</i> (7%), <i>E. intermedia</i> (2%), <i>Fragilaria recapitellata</i> (41%), <i>F. tenera</i> (5%), <i>F. vaucheriae</i> (2%), <i>Ulnaria delicatissima</i> (1%). Pedúnculos de mucilagem: <i>Gomphonema graciloides</i> (3%), <i>G. naviculoides</i> (28%).
	Adnata	<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (1%), <i>A. exiguum</i> (3%), <i>A. minutissimum</i> (7%), <i>Discostella stelligera</i> (84%), <i>E. boreotenuis</i> (5%).
	Almofada de mucilagem	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (8%), <i>A. minutissimum</i> (7%), <i>Brachysira neoexilis</i> (11%), <i>Eunotia subarcuatoides</i> (3%), <i>E. bilunaris</i> (2%), <i>Fragilaria gracilis</i> (19%), <i>F. recapitellata</i> (9%), <i>F. tenera</i> (31%), <i>F. vaucheriae</i> (5%).
Pira II	Pedúnculo de mucilagem	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (34%), <i>Gomphonema naviculoides</i> (66%).
	Não aderidas	<i>Aulacoseira ambigua</i> (31%), <i>A. granulata</i> (9%), <i>A. tenella</i> (2%), <i>Discostella stelligera</i> (54%), <i>Navicula notha</i> (2%), <i>Sellaphora saugerresii</i> (1%).
	Coloniais	Filamento: <i>Aulacoseira ambigua</i> (25%), <i>A. granulata</i> (8%), <i>A. tenella</i> (2%), Almofadas de mucilagem: <i>Brachysira neoexilis</i> (5%), <i>Eunotia subarcuatoides</i> (1%), <i>E. boreotenuis</i> (2%), <i>E. bilunaris</i> (1%), <i>Fragilaria gracilis</i> (9%), <i>F. recapitellata</i> (4%), <i>F. tenera</i> (15%), <i>F. vaucheriae</i> (3%), <i>Fragilariforma javanica</i> (15%), Pedúnculos de mucilagem: <i>Gomphonema naviculoides</i> (8%). <i>Navicula notha</i> (1%).

TABELA 4: CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES ABUNDANTES EM GUILDAS ECOLÓGICAS NOS RESERVATÓRIOS CARV, PIRA I E PIRA II. Estão destacadas em negrito as espécies que foram importantes quantitativamente para cada guilda (> 10%).

Guildas ecológicas		Táxons encontrados
	Alto perfil	<i>Aulacoseira ambigua</i> (1%), <i>A. tenella</i> (0,4%), <i>E. subarcuatoides</i> (11%), <i>Fragilaria tenera</i> (0,4%), <i>F. vaucheriae</i> (1%), <i>Frustulia crassinervia</i> (0,4%), <i>Gomphonema lagenula</i> (8%), <i>G. naviculoides</i> (1%), <i>G. parvulum</i> (54%), <i>G. subangustatum</i> (22%), <i>Pinnularia divergens</i> var. <i>media</i> (0,4%).
Carv	Baixo perfil	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (3%), <i>A. minutissimum</i> (7%), <i>Discostella stelligera</i> (1%), <i>Encyonema neogracile</i> (3%). <i>Eunotia intermedia</i> (66%), <i>E. canicula</i> (21%).
	Móveis	<i>Navicula cryptocephala</i> (5%), <i>Nupela kociolekii</i> (18%), <i>Surirella tenuissima</i> (77%).
	Alto perfil	<i>Aulacoseira ambigua</i> (8%), <i>A. granulata</i> (1%), <i>A. tenella</i> (3%), <i>Eunotia desmogonioides</i> (7%), <i>Fragilaria recapitellata</i> (42%), <i>F. tenera</i> (5%), <i>F. vaucheriae</i> (2%), <i>Gomphonema graciloides</i> (3%), <i>G. naviculoides</i> (29%), <i>Ulnaria delicatissima</i> (1%).
Pira I	Baixo perfil	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (7%), <i>A. minutissimum</i> (7%), <i>Brachysira brebissonii</i> (6%), <i>B. neoexilis</i> (31%), <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (1%), <i>Discostella stelligera</i> (36%), <i>Encyonema incurvatum</i> (1%), <i>E. neogracile</i> (8%), <i>Eunotia</i>

	<i>intermedia</i> (2%).
Móveis	<i>Navicula notha</i> (100%).
Alto perfil	<i>Aulacoseira ambigua</i> (27%), <i>A. granulata</i> (8%), <i>A. tenella</i> (2%), <i>Eunotia subarcuatoides</i> (3%), <i>E. bilunaris</i> (1%), <i>Fragilaria gracilis</i> (10%), <i>F. recapitellata</i> (5%), <i>F. tenera</i> (16%), <i>F. vaucheriae</i> (3%), <i>Fragilariforma javanica</i> (17%), <i>Gomphonema naviculoides</i> (8%).
Pira II	
Baixo perfil	<i>Achnantheidium caledonicum</i> (6%), <i>A. eutrophilum</i> (1%), <i>A. exiguum</i> (3%), <i>A. minutissimum</i> (8%), <i>Brachysira neoexilis</i> (8%), <i>Discostella stelligera</i> (70%), <i>E. boreotenuis</i> (3%).
Móveis	<i>Navicula notha</i> (61%), <i>Sellaphora saugerresii</i> (39%).

Segue a tabela 5, com as abreviaturas das espécies.

TABELA 5: LISTA DE TÁXONS DE DIATOMÁCEAS ACIMA DE 2% DA DENSIDADE TOTAL DOS RESERVATÓRIOS CARVALHO (C), PIRAQUARA I (PI) E PIRAQUARA II (PII). SIGLAS DOS NOMES DAS ESPÉCIES.

Espécies	Siglas	Espécies	Siglas
<i>Achnantheidium caledonicum</i>	ACAL	<i>Fragilaria gracilis</i>	FRAG
<i>A. eutrophilum</i>	AEUT	<i>F. recapitellata</i>	FRAR
<i>A. exiguum</i>	AEXI	<i>F. tenera</i>	FTEN
<i>A. minutissimum</i>	AMIN	<i>F. vaucheriae</i>	FVAU
<i>Aulacoseira ambigua</i>	AAMB	<i>Fragilariforma javanica</i>	FJAV
<i>A. granulata</i>	AGRA	<i>Frustulia crassinervia</i>	FCRA
<i>A. tenella</i>	ATEN	<i>Gomphonema graciloides</i>	GGRA
<i>Brachysira brebissonii</i>	BBRE	<i>G. lagenula</i>	GLAG
<i>B. neoexilis</i>	BNEO	<i>G. naviculoides</i>	GNAV
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	CEUG	<i>G. parvulum</i>	GPAR
<i>Discostella stelligera</i>	DSTE	<i>G. subangustatum</i>	GSUB
<i>Encyonema incurvatum</i>	EINC	<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY
<i>E. neogracile</i>	ENEO	<i>N. notha</i>	NNOT
<i>Eunotia bilunaris</i>	EBIL	<i>Nupela kociolekii</i>	NKOC
<i>E. boreotenuis</i>	EBOR	<i>Pinularia divergens</i> var. <i>media</i>	PDIV
<i>E. canícula</i>	ECAN	<i>Selaphora sardiniensis</i>	SSAU
<i>E. desmogonioides</i>	EDES	<i>Surirella tenuissima</i>	STEN
<i>E. intermédia</i>	EINT	<i>Ulnaria delicatissima</i>	UDEL
<i>E. subarcuatoides</i>	ESUB		

Para melhor reconhecer as fases sucessionais bem como as mudanças nos estratos verticais no biofilme, foram realizados dendrogramas de similaridade para cada ambiente, utilizando as formas de fixação.

No reservatório do Carv (Fig. 60), a partir do agrupamento de 100% de similaridade, reconhecem-se as tendências do ambiente em apresentar uma comunidade em fase avançada de sucessão a partir do 18 dia. Maior dissimilaridade foi registrada no início da sucessão, relacionada às espécies formadoras de almofadas de mucilagem como *Eunotia subarcuatoides*, *Fragilaria tenera*, *F. vaucheriae*, e não aderidas, como *Aulacoseira ambigua*, *A. tenella*, *Discostella stelligera*, *Frustulia crassinervia*, *Navicula cryptocephala*, *Nupela kociolekii*, *Pinnularia divergens* var. *media*, *Surirella tenuissima* e *Encyonema neogracile*. As diatomáceas pedunculadas prevaleceram até o final da sucessão e foram representadas por espécies de *Gomphonema*. Assim sendo, a guilda de alto perfil foi melhor representada no Carv.

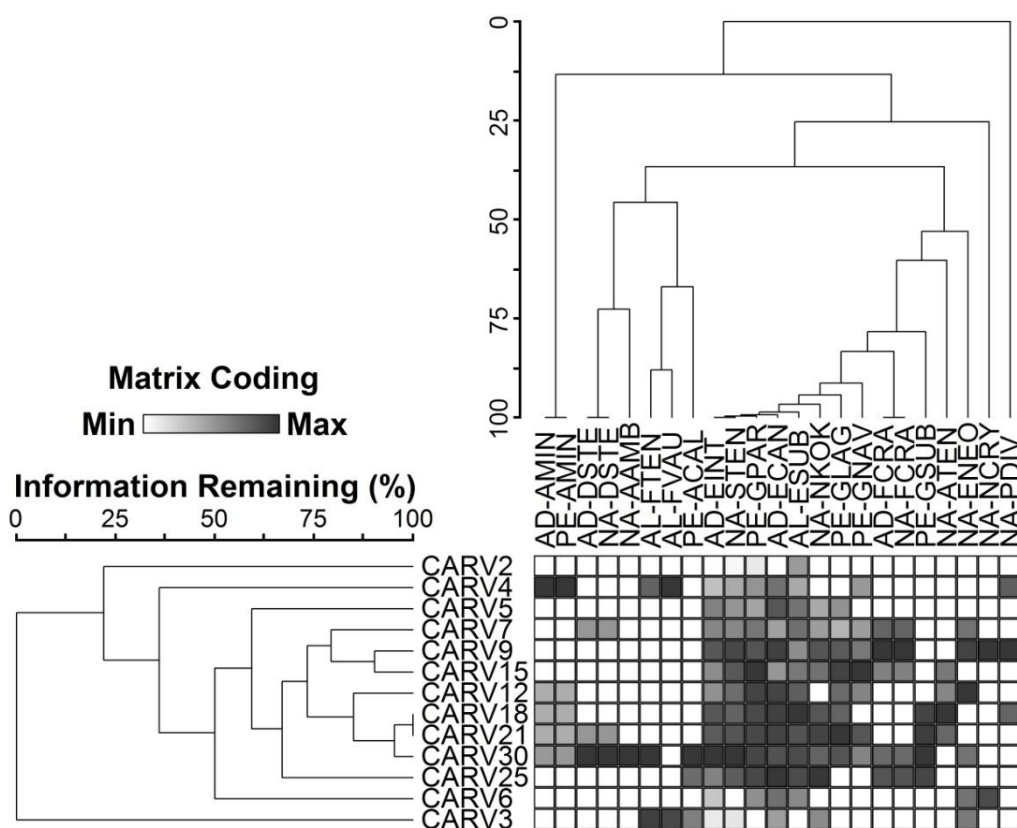


FIGURA 60: DENDROGRAMA DE SIMILARIDADE UTILIZANDO OS DIATOMÁCEAS ABUNDANTES NO RESERVATÓRIO DO CARVALHO (CARV) DURANTE O PERÍODO ESTUDADO. LEGENDA: AD-ADNATA, AL-ALMOFADA DE MUCILAGEM, PE-PEDÚNCULO DE MUCILAGEM, NA-NÃO ADERIDAS. PARA LEGENDA DAS ESPÉCIES, VER TABELA 5.

aderidas colonizaram o substrato, destacando-se: *A. granulata*, *D. stelligera* (apresentando-se não aderida e também formando fibrilas), *F. javanica* e *F. recapitellata*, seguida do aumento das espécies formadoras de almofadas de mucilagem: *A. caledonicum*, *B. neoexilis*, *F. tenella* e *F. vaucherie*. Ressalta-se também o crescente aumento das espécies formadoras de pedúnculos e móveis, que juntamente com as demais formas de crescimento segue em contínuo aumento em riqueza e densidade, como supracitado. A guilda de alto perfil foi registrada em todo o período estudado, seguida da guilda de baixo perfil e guilda móvel

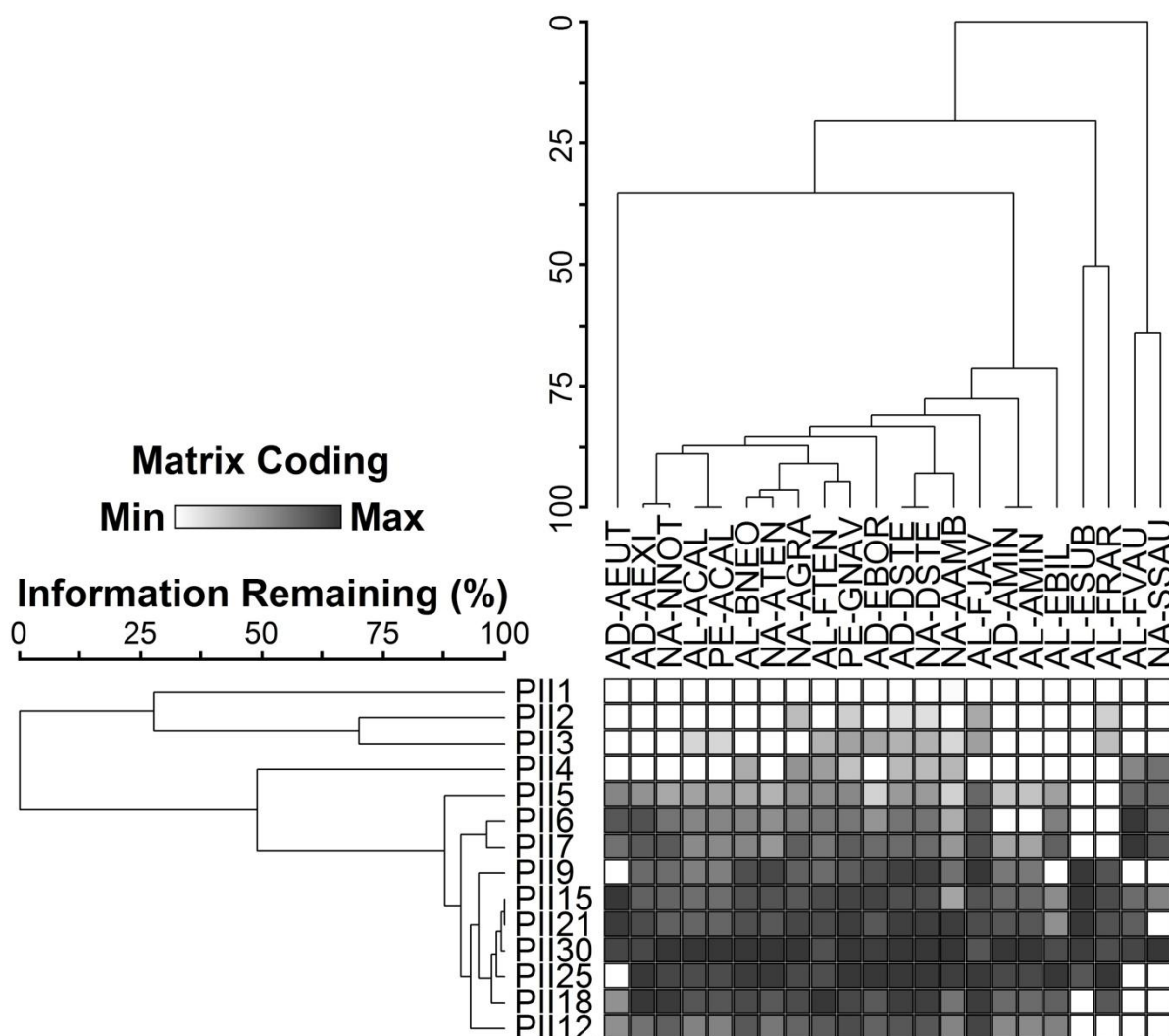


FIGURA 62: DENDROGRAMA DE SIMILARIDADE UTILIZANDO OS DIATOMÁCEAS ABUNDANTES NO RESERVATÓRIO PIRAQUARA II (PII) DURANTE O PERÍODO ESTUDADO. LEGENDA: AD-ADNATA, AL-ALMOFADA DE MUCILAGEM, PE-PEDÚNCULO DE MUCILAGEM, NA-NÃO ADERIDAS. PARA LEGENDA DAS ESPÉCIES, VER TABELA 5.

Quanto às espécies exclusivas, dez ocorreram no Carv: *Gomphonema subangustatum*, *G. parvulum* e *G. lagenula*, que usam pedúnculo de mucilagem

como estratégia de aderência ao substrato, *Nupela kociolekii*, *Surirella tenuissima*, *Encyonema neogracile*, *Frustulia crassinervia*, *Pinnularia divergens* var. *media* e *Navicula cryptocephala*, solitárias e não aderidas, além de *Eunotia canicula* adnata.

Em Pira I, foram registradas cinco espécies exclusivas: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* o qual fixa-se ao substrato de forma adnata, *Eunotia desmogonioides* colonial não aderida, *Gomphonema graciloides*, que formam pedúnculos simples ou ramificados de mucilagem podem formar colônias, além de *Brachysira brebissonii* e *Ulnaria delicatissima* aderidas por almofadas, a última formando colônias.

No reservatório de Pira II sete espécies foram exclusivas: *Achnantheidium eutrophilum*, *A. exiguum* e *E. boreotenuis*, adnatos, *Eunotia bilunaris*, *Fragilaria gracilis* Aderem-se por almofadas de mucilagem, *Fragilariforma javanica* forma colônias e as células unem-se através de almofadas mucilaginosas. Exclusiva também foi *Sellaphora saugerresii*, diatomácea móvel.

4 DISCUSSÃO

Os distintos níveis de nutrientes dos três reservatórios possivelmente diferenciam as distribuições das comunidades espacialmente, bem como temporalmente ao decorrer da sucessão, como sustentado pela literatura (RODRIGUES; BICUDO, 2001, FERRAGUT; BICUDO, 2010; PELLEGRINI; FARRAGUT 2012, TANIWAKI et al., 2013). Espacialmente, a diferença na diversidade entre os ambientes podem estar relacionado às diferentes trofias (FIGUEIRA, 2010). As diferentes concentrações de nutrientes podem estar relacionadas aos fatores alóctones; e como observado por Bittencourt e Gobbi (2006) o entorno dos reservatórios Pira I e Pira II apresentam vegetação degradada, com áreas utilizadas para agricultura, que condicionam um aumento de nutrientes na água através da lixiviação.

Temporalmente, maior diversidade foi observada na fase avançada da sucessão nos ambientes com maiores disponibilidades de nutrientes na água (Pira I e Pira II). Ambientes nutricionalmente impactados apresentam maiores riquezas e diversidades (FARIA et al., 2014, DUNCK et al., 2013); a baixa diversidade encontrada no Carv corrobora com o trabalho de Lam e Lei (1999) que descreve baixa diversidade na 3ª e 4ª semana de sucessão, em riacho tropical. As espécies que apresentaram densidades representativas no Carv já foram relatadas como

indicadoras de ambientes pobres em nutrientes (ex: *Frustulia crassinervia*) (WETZEL et al., 2002), e encontradas facilmente em locais com menor turbulência (COSTA-BÖDDEKER et al., 2012). Já a baixa diversidade e riqueza podem também estar relacionadas ao substrato inerte (TOWNSEND; GELL, 2005; MESSYASZ; KUCZYN'SKA-KIPPEN, 2006), uma vez que as algas poderiam preferir colonizar substratos metabolicamente ativos (ex: planta aquática).

As características de sombreamento do entorno do reservatório do Carv bem como suas tendências oligotróficas corroborou para a dominância de espécies com formação de pedúnculos como estratégia de sobrevivência que são vantajosas para a busca de luz e nutrientes (PASSY, 2007). *Gomphonema parvulum* e *G. subangustatum*, por exemplo, já foram relacionadas com a busca pelo recurso luz (CETTO et al., 2004). Diatomáceas móveis também foram bem representadas como *Nupela kociolekii*, *Frustulia crassinervia* e *Surirella tenuissima*; as duas últimas indicadoras de ambientes oligotróficos (ROUND et al., 1990; WETZEL, 2002; LOBO et al. 2010; FUREY et al., 2011). *Gomphonema parvulum* e *G. lagenula* também foram encontradas nesse ambiente, mas também em ambientes fortemente eutrofizados, sendo então consideradas como tolerantes aos gradientes tróficos (FARIA et al., 2010).

Em Pira I, mesotrófico (BITTENCOURT; GOBBI, 2006), e Pira II com forte tendência à eutrofização, a diversidade aumentou longo do tempo, com maior densidade no Pira II, na última semana. *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Encyonema incurvatum*, *E. neogracile*, já foram registradas como espécies indicadoras de ambientes mesotróficos (Lobo et al. 2015) e *Fragilaria vauchariaea* de ambientes eutróficos (HOFFMAN et al., 2013).

A prevalência das espécies pequenas adnatas *Achnanthidium caledonicum*, *A. minutissimum*, *Eunotia subarcuatoides*, *E. intermedia* e *E. canicula*, no início da colonização corrobora com trabalhos que descrevem as formas adnatas e eretas como colonizadoras pioneiras (HOAGLAND et al., 1982; STEVENSON, 1996); Biggs (1996) e Azim e Asaeda (2005) relatam que a sucessão de diatomáceas inicia com formas pequenas e prostradas, sendo substituídas por espécies aderidas ao substrato pelo ápice, coloniais e por fim a chegada das algas verdes. A segunda fase com espécies com almofadas de mucilagem e não aderidas trata-se de uma mudança na composição de espécies, ou seja, um estágio maduro. Os resultados encontrados corroborando com trabalhos de que descrevem que a comunidade

madura ocorre a partir da segunda semana de colonização (SEKAR et al., 2004; HOAGLAND et al., 1982). Pompêo e Moschini-Carlos (2003) que descrevem quatro semanas para a comunidade atingir a maturidade devido ao aumento de nutrientes na matriz periférica (FARIA et al., 2017), período que ocorre maior competição entre as espécies (Ho, 1979). A presença da guilda de alto perfil em todo o período analisado reflete ao baixo distúrbio físico do que a falta de nutrientes, conforme (PASSY, 2007).

Devido o reservatório Pira II conter maior nível de trofia, o mesmo é classificado como mesotrófico e com fortes tendências a eutrofização (SANEPAR, 2015, dados não publicados) favorecendo maior diversidade, riqueza e densidades. Comportamento semelhante foi evidenciado por DUNCK et al. (2013) e Faria et al. (2014) que descrevem que ambientes com altos níveis de nutrientes proporcionam maiores riquezas e diversidades. Pira II ainda revelou maior plasticidade nas tolerâncias das espécies, devido ao registro de espécies oligotróficas como *Achnanthidium caledonicum*, *A. exiguum*, *Fragilarifoma javanica* (WETZEL et al., 2002; WETZEL et al. 2013; LOBO et al., 2015), oligo-mesotróficas como *Achnanthidium minutissimum*, *Aulacoseira tenella*, *Fragilaria tenera* (HOFFMAN et al., 2013; WETZEL et al., 2013; FAUSTINO et al., 2016), meso-supermesotróficas *Aulacoseira ambigua* e *Discostella stelligera* a meso-eutrófico, (FAUSTINO et al., 2016) até de ambientes eutrófico-hiperotrófico (LEVKOV et al., 2016).

O Pira II apresentou resultados que corroboram estudos de (HOAGLAND et al., 1982; STEVENSON, 1996) que relatam a predominância de espécies pequenas e adnatas no início da sucessão. Segundo Felisberto e Rodrigues (2007), o aparecimento de várias espécies já no início do experimento, deve-se ao *pool* de espécies presentes no ambiente, aproveitando um substrato não colonizado, isso ocorre através da migração de espécies mostrando não haver somente espécies colonizadoras estrategistas no primeiro dia, mas uma oportunidade para outras algas presente no ambiente (BIGGS 1996; AZIM e ASAEDA, 2005). A mudança refletida no agrupamento de guilda, iniciando com baixo perfil e, mas em seguida substituída por guildas de alto perfil presentes em todo o período, reflete as características do ambiente por ser lântico, com tendências à menor nível de perturbação (PASSY, 2007).

Quanto às estratégias de aderência, foram identificadas formas de adesão desconhecidas até então. *Discostella stelligera* foi registrada nos três reservatórios

durante todo o estudo; espécie considerada como planctônica solitária (LOWE, 2015), no entanto, no reservatório Pira II a mesma foi encontrada aderida ao substrato através da liberação de mucilagem pelo manto. Estratégia parecida foi documentada por Wang et al. (2014) para *Cyclotella meneghiniana*, relacionando-a com uma adaptação para o aumento da velocidade da correnteza. Frústulas desta diatomácea foram registradas aderidas ao substrato por fíbrilas. As diatomáceas meroplanctônicas *Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* e *A. tenella* foram encontradas em Pira I e Pira II em todo o tempo de sucessão.

Fragilaria tenera é descrita na literatura como fixa ao substrato pelo ápice, liberando mucilagem pelo campo de poros apical, vivendo em associações e formando roseta (HOAGLAND et al., 1982; ÁCS et al., 2000; RIMET; BOUCHEZ, 2012), registrou-se esta espécie secretando mucilagem pelas aréolas, fixando-se totalmente uma das valvas ao substrato.

Outro aspecto importante registrado foram as diferentes estratégias de aderência dentro do mesmo gênero. Indivíduos do gênero *Achnantheidium*, por exemplo, foram encontradas totalmente aderidas ao substrato pela face valvar (*A. exiguum* e *A. macrocephalum*), ou formando um pequeno pedúnculo ou várias fíbrilas grandes liberadas pelo manto (*A. minutissimum*). Uma explicação para esta diferenciação foi descrita no trabalho de Wang et al., (2014) como vantagem em ambientes estáveis, proporcionando uma adaptação que mantém o indivíduo melhor posicionado dentro do biofilme atuando como uma estratégia de resistência aos distúrbios (BLENKINSOPP; LOCK, 1994). O gênero *Gomphonema* também apresentou variação nas formas de fixação; foram encontradas espécies solitárias e formando longos pedúnculos ou ainda formando colônias, com pedúnculos e ramificados (*G. naviculoides*), ou pedúnculos menores (*G. lagenula* e *G. parvulum*). *Eunotia* incluiu formas de vida solitária ou colonial, formando fitas, poucas vezes observadas com formas agregadas estreladas ou em zig-zag (LANGE-BERTALOT, BAK; WITKOWSKI, 2011). Isso confirma que no decorrer do tempo há uma dinâmica, com variadas mudanças na colonização devido às condições do ambiente (WANG, HAMILTON; KANG, 2014).

5 CONCLUSÕES

Compreender a estrutura e dinâmica de reservatórios urbanos é de fundamental importância para seu funcionamento e manejo. Estudos limnológicos como este fornecem dados para subsidiar decisões futuras, principalmente em casos de forte ação antrópica. Como observado no reservatório Piraquara II a estrutura da comunidade de diatomáceas encontrada confirma as fortes tendências do ambiente à eutrofização. Ademais, foram encontradas diferentes estruturas de comunidade que corroboram com as diferentes disponibilidades de nutrientes nos reservatórios. Maiores riqueza, diversidade e densidades foram registrados nos ambientes mais enriquecidos em nutrientes havendo maior homogeneidade entre as guildas e formas de vida. No ambiente oligotrófico, registrou-se baixa diversidade e dominância da guilda de alto perfil, revelando adaptações para a estabilização e sucesso nutricional neste ambiente. As características dos reservatórios também induziram as trajetórias sucessionais. O reservatório eutrofizado, o mais diverso e consequentemente contendo maior reservatório de propágulos, apresentou seu pico sucessional antes dos demais, em 15 dias, corroborando com o primeiro pico de riqueza. Porém, devido a tendência de baixa riqueza local de ambiente oligotrófico, o reservatório do Carvalho apresentou o pico de riqueza em 21 dias de sucessão, podendo indicar que 1) devido a baixa riqueza a comunidade encontrará estágio maduro primeiro, com predominância dos demais grupos de algas ou 2) devido menor concentração de nutrientes no ambiente, a formação de um biofilme em substrato artificial rico e “atraente” para as algas demande mais tempo que o proposto neste estudo (FARIA et al., in prep.).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁCS, É; KISS, K. T. Effects of the discharge on periphyton abundance and diversity in a large river (Danube, Hungary). **Hydrobiologia**, v. 249, p. 125-33, 1993.

ÁCS, É; KISS, K. T; SZABO, K; MAKK, J. Short-term colonization sequence of periphyton on glass slides in a large river (River Danube, near Budapest). **Algalogical Studies Archiv Hydrobiology Supply**, v. 136, p. 135-156, 2000.

ALEFS, J.; MÜLLER, J. Differences in the eutrophication dynamics of Ammersee and Starnberger See (Southern Germany), reflected by the diatom succession in varved sediments. **Journal of Paleolimnology**, v. 21, p. 395-407, 1999.

ALGARTE, V. M., PAVAN, G., FERRARI, F., e LUDWIG, T. A. V. Biological traits of diatoms in the characterization of a reservoir and a stream in a subtropical region. **Brazilian Journal of Botany**, n. 40, v. 1, p. 137-144, 2017.

ALMEIDA, P. D., WETZEL, C. E., MORALES, E. A., ECTOR, L., e BICUDO, D. C. *Staurosirella acidophila* sp. nov., a new araphid diatom (Bacillariophyta) from southeastern Brazil: ultrastructure, distribution and autecology. **Cryptogamie, Algologie**, v. 36, n. 3, p. 255-270, 2015.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. APHA American Public Health Association, 1998.

AZIM, M. E.; ASAEDA, T. **Periphyton structure, diversity and coloniation**. In: AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; van DAM, A.A.; BEDERIDGE, M.C.M. (Eds.). *Periphyton ecology, exploitation and management*. Cambridge: CABI Publishing, cap. 2, p. 15-33, 2005.

BICUDO, D. C. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifíton. **Acta Limnologica Brasílica**, v. 3, p. 459-475, 1990.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas continentais do Brasil**. São Carlos, Rima, p. 502, 2006.

BIGGS, B. J. F. **Patterns in benthic algae of streams**. In: Stevenson RJ, Bothwell ML, Lower R. (eds.). *Algal Ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego, p. 31-51, 1996.

BITTENCOURT, S.; GOBBI, E. F. Carga máxima de fósforo admissível ao reservatório Piraquara II, uma aplicação do processo TMDL. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 595-603, 2006.

BLENKINSOPP, S. A.; LOCK, M. A. THE IMPACT OF STORM-FLOW ON RIVER BIOFILM ARCHITECTURE. **Journal of Phycology**, v. 30, n. 5, p. 807-818, 1994.

BORDUQUI, M.; FERRAGUT, C. Factors determining periphytical algae succession in a tropical hypereutrophic reservoir. **Hydrobiologia**, v. 683, p. 109-122, 2012.

CETTO, J. M., LEANDRINI, J. A., FELISBERTO, S. A., ROGRIGUES, L. Comunidade de algas perifíticas no reservatório de Irai, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-7, 2004.

COSTA, J. C. F. Diatomáceas (Bacillariophyceae) da reserva biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 46, p. 57-143, 1995.

COSTA-BÖDDEKER, S.; BENNION, T. A. J.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; FIGUEIREDO, R. C. F. L.; BICUDO, D. C. Paleolimnologically inferred eutrophication of a shallow, tropical, urban reservoir in southeast Brazil. **Journal of Paleolimnology**, v. 48, n. 4, p. 751-766, 2012.

DE FARIA, D. M.; DE SOUZA C. L.; DA MOTTA M. D. Epiphyton dynamics during an induced succession in a large shallow lake: wind disturbance and zooplankton grazing act as main structuring forces. **Hydrobiologia**, v. 788, n. 1, p. 267-280, 2017.

DONAR, C. M.; NEELY, R. K.; STOERMER, E. F. Diatom succession in an urban reservoir system. **Journal of Paleolimnology**, v. 15, p. 237-243, 1996.

DUFRENE M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

DUNCK, B., BORTOLINI, J. C., RODRIGUES, L., RODRIGUES, L. C., JATI, S., TRAIN, S. Functional diversity and adaptative strategies of planktonic and periphytic algae in isolated tropical floodplain lake. **Brazilian Journal of Botany**, v. 36, n.4, p. 257-266, 2013.

DUNCK, B.; RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C. Functional diversity and functional traits of periphytic algae during a short-term successional process in a Neotropical floodplain lake. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 587-597, 2015.

FARIA, D. M., CARDOSO, L. S.; MOTTA-MARQUES, D. Periphytic diatoms exhibit a longitudinal gradient in a large subtropical shallow lake. **Inland Waters**, v. 5, p. 117-124, 2015.

FARIA, D. M., CARDOSO, L. S.; MOTTA-MARQUES, D. Epiphyton dynamics during an induced succession in a large shallow lake: wind disturbance and zooplankton grazing act as main structuring forces. **Hydrobiologia**, v. 788, p. 267-280, 2016.

FAUSTINO, S.B.; FONTANA, L.; BARTOZEK, E.C.R.; BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. Composition and distribution of diatom assemblages from core and surface sediments of a water supply reservoir in Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016.

FELISBERTO, S. A., RODRIGUES L. Gênero Closterium (Closteriaceae) na comunidade perifítica do Reservatório de Salto do Vau, sul do Brasil. **IHERINGIA**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 45-54, 2007.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Dinâmica sucessional de comunidade de algas perifíticas em um ecossistema lótico subtropical. **Rodriguésia**, v. 63, p. 463-473, 2012.

FERMINO, F. S.; SCHWARZBOLD, A. Sucessão da comunidade perifítica em diferentes estádios foliares de *Eichhornia azurea* (Sw.) Künth na lagoa costeira eutrofizada Marcelino, Osório, Rio Grande do Sul, Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Botânica, Santa Cruz do Sul**, v. 11, p. 23-36, 1999.

FERNANDES, V. O. **Perifíton: conceitos e aplicações da limnologia à engenharia**, In: Roland F, Cesar D, Marinho M, ed. Lições de Limnologia, São Carlos: Rima, p. 351-370, 2005.

FERRAGUT, C; BICUDO, D. C. Periphytic algal community adaptive strategies in N and P enriched experiments in tropical oligotrophic reservoir. **Hydrobiologia**, v. 646, p. 295-309, 2010.

FERRAGUT, C.; BICUDO, D. C. Effect of N and P enrichment on periphytic algal community succession in a tropical oligotrophic reservoir. **Limnology**, v. 13, p.131-141, 2012.

FILGUEIRA, R.; FERNÁNDEZ-REIRIZ, M. J.; LABARTA, U. Tasa de aclaramiento del mejillón *Mytilus galloprovincialis*. II. Respuesta a variables no correlacionadas del seston (cantidad, calidad y contenido de clorofila). **Ciencias marinas**, v. 36, n. 1, p. 15-28, 2010.

FRANÇA, R. C. S.; LOPES, M. R. M.; FERRAGUT, C. Structural and successional variability of periphytic algal community in an Amazonian lake during the dry and rainy season (Rio Branco, Acre). **Acta Amazônica**, v. 41, p. 257-266, 2011.

FUREY, P. C.; LOWE, R. L.; JOHANSEN, J. R. **Eunotia Ehrenberg (Bacillariophyta) of the Great Smoky Mountains National Park, USA**. In: Bibliotheca Diatomologica, v. 56, p. 1-134, 2011.

GERMAIN, H. **Flore des Diatomées (Diatomophycées): Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaín et des contrées voisines d'Europe occidentale(Collection Faunes et Flores Actuelles)**. Paris, Société nouvelle des éditions Boubée, p. 148, 1981.

GONG, Z. J.; LI, Y. L.; SHEN, J.; XIE, P. Diatom community succession in the recent history of a eutrophic Yunnan Plateau lake, Lake Dianchi, in subtropical China. **Limnology**, v.10, p. 247-253, 2009.

HLÚBIKOVÁ, D; ECTOR, L; HOFFMANN, L. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnanthes minutissimum* (Kütz.) Czarn.(Bacillariophyceae). **Algological Studies**, v. 136, n. 1, p. 19-43, 2011.

HO, S. C. Structure, species diversity and primary production of epiphytic algal communities in the Schöhsee (Holtein), West Germany. Alemanha, Universidade de Kiel, p. 306, 1979. (Ph D. Thesis).

HOAGLAND, K. D.; ROEMER, S. C.; ROSOWSKI, J. R. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). **American Journal of Botany**, p. 188-213, 1982.

HOFMANN, G. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. In: LANGE-BERTALOT, H. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 30, J. Cramer, 1994.

HOFMANN, G.; WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. **Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa**. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie, p. 1-908, 133 pls. Königstein, Koeltz Scientific Books, 2013.

HOUK, V.; KLEE, R. The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützinger) Brébisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* Gen. Nov. **Diatom Research**, v. 19, n. 2, p. 203-228, 2004.

HUBER-PESTALOZZI, G. Das Phytoplankton des Süßwassers Systematik und Biologie (Diatomeen). In: THIENEMANN, A (Ed). **Die Binnengewässer**. Stuttgart, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, v. 16, n. 2, p. 1- 549, 1942.

HUSTEDT F. Bacillariophyta (Diatomeae) Zweite Auflage. In: PASCHER, A. (Ed.). **Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas**. Jena, Gustav Fischer Verlag, v. 10, p. 1-466, 1930.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. Brasília-DF, 2017, Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=enderecos/>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). Qualidade das águas . Reservatórios do Estado do Paraná. disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/boletins/RELATORIO_AGUA/relatorio_RESERVATORIOS_2005_2008.pdf. 2017. Acesso em: 02 ago. 2107.

KAHLERT, M; PETTERSSON, K. The impact of substrate and lake trophy on the biomass and nutrient status of benthic algae. **Hydrobiologia**, v. 489, n. 1, p. 161-169, 2002.

KING, L., CLARKE, G., BENNION, H., KELLY, M. G., YALLOP, M. L. Recommendations for sampling littoral diatoms in lakes for ecological status assessments. **Journal of Applied Phycology**, v. 18, p.15-25, 2006.

KORTE, V. L.; BLINN, D. W. Diatom colonization on artificial substrata in pool and riffle zones studied by light and scanning electron microscopy. **Journal of Phycology**, v. 19, p. 32-341, 1983.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Naviculaceae. In: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D (Eds.). **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, v. 2, 1986.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart, Gustav Fisher Verlag, v. 2, parte 2, p. 1-596, 1988.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, v. 2, parte 3, p. 1-576, 1991a.

KRAMMER, K.; LANGE-BERTALOT, H. Bacillariophyceae: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) and *Gomphonema*. *In*: EETL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. (Eds.). **Sübwasserflora von Mitteleuropa**. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag, v. 2, p. 1-437, 1991b.

KRAMMER, K. Pinnularia: eine Monographie der europäischen Taxa. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 26, p. 1-353, 1992.

KRAMMER, K. Die cymbelloidean Diatomeen: Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil I Allgemeines und *Encyonema* Part. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 1, 1997.

KRAMMER, K. The genus *Pinnularia*. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats**, Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 1, 2000.

KRAMMER, K. *Cymboplectra*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocybella*. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). **Diatoms of the Europe**. Diatoms of the european inland waters and comparable habitats. Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 4, 2003.

KUSBER, W. H.; GLÜCK, K.; GEOFFROY, M.; JAHN, R. Typification—an extension of the Berlin model. MoReTax: Handling factual information linked to taxonomic concepts in biology (ed. WG Berendsohn), p. 57-70, 2003.

LAM, P. K.; LEI, A. Colonization of periphytic algae on artificial substrates in a tropical stream. **Diatom Research**, v. 14, n. 2, p. 307-322, 1999.

LANGE-BERTALOT, H. *Navicula sensu stricto*. 10 genera separated from *Navicula sensu lato*. *Frustulia*. **Diatoms of Europe: diatoms of the European inland waters and comparable habitats**. v. 2, 2001.

LANGE-BERTALOT, H.; CAVACINI P.; TAGLIAVENTI, N.; ALFINITO, S. **Diatoms of Sardinia**. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica*, v. 12, 2003.

LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M.; WITKOWSKI, A. **Eunotia and some related genera**. *In*: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Diatoms of Europe*. Diatoms of the european inland waters and comparable habitats. Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag, v. 6, p. 1-747, 2011.

LAVOIE, I.; P. J. DILLON, P. J.; CAMPEAU, S. The effect of excluding diatom and reducing taxonomic resolution on multivariate analysis and stream bioassessment. **Ecological Indicators**, v. 9, p. 213-225, 2009.

LEVKOV, Z., LANGE-BERTALOT, H., MITIĆ-KOPANJA, D., e REICHARDT, E. 2016. **The Diatom Genus Gomphonema from the Republic of Macedonia** In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. Koeltz Botanical Books, v. 8, p. 1-552, 2016.

LOBO, E. A.; BUSELATO-TONIOLLI, T. C. Tempo de exposição de um substrato artificial para estabelecimento de uma comunidade perifítica no curso inferior do Rio Caí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rickia**, v. 12, p. 35-51, 1985.

LOBO, E.A., SCHUCH, M., HEINRICH, C.G., DA COSTA, A.B., DÜPONT, A., WETZEL, C.E., & ECTOR, L. Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems. **Environmental monitoring and Assessment**, v. 187, n. 6, p. 354, 2015.

LOBO, E. A., WETZEL, C. E., ECTOR, L., KATOH, K., BLANCO LANZA, S., MAYAMA, S. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients in subtropical temperate Brazilian rivers. *Limnetica*. v. 29, n. 2, p. 323-340, 2010.

LOWE, R. L.; PATRICK, K.; JOHANSEN, J. R.; VAN DE VIJVER, B.; LANGE-BERTALOT, H.; KOPALOVÁ, K. *Humidophila* gen. nov., a new genus for a group of diatoms (Bacillariophyta) formerly within the genus *Diadsmis*: species from Hawaii, including one new species. **Diatom Research**, v. 29, n. 4, p. 351-360, 2014.

LUND, J. W. G.; KIPLING, C.; LECREN, E. D. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**, v. 11, p. 143-170, 1958.

MESSYASZ, B.; KUCZYNSKA-KIPPEN, N. Periphytic algal communities: A comparison of *Typha Angustifolia* L. and *Chara Tomentosa* L. beds in three shallow lakes (West Poland). **Polish Journal of Ecology**, v. 54, n. 1, p. 15-27, 2006.

MATIAS DE FARIA, D.; TREMARIN, P. I.; VEIGA LUDWIG, T. A. Diatomáceas perifíticas da represa Itaquí, São José dos Pinhais, Paraná: Fragilariales, Eunotiales, Achnanthales e Gomphonema Ehrenberg. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, 2010.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical diatoms of South America I: About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora**. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconografia Diatomologica*, Königstein, v. 5, p. 1-220, 1998.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. **Diatoms of Uruguay compared with other taxa from South America and elsewhere**. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconografia Diatomologica*, v. 15, 2005.

METZELTIN, D.; LANGE-BERTALOT, H. **Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction**. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconografia Diatomologica*, v. 18, 2007.

MORALES, E. A. Observations of the morphology of some known and new fragiliarioid diatoms (Bacillariophyceae) from rivers in the USA. **Phycological Research**, v. 53, n. 2, p. 113-133, 2005.

MOREIRA-FILHO, H; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu de Botânica Municipal**, v. 47, p. 1-17, 1981.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164, p. 262-270, 1969.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Brasil: Interamericana, 1985.

PAPPAS, J. L.; STOERMER, E. F. Quantitative method for determining arepresentative algal sample count. **Journal of Phycology**, v. 32, p. 693-696, 1996.

PASSY, S. I. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. **Aquatic Botany**, v. 86, p. 171-178, 2007.

PASSY S. I. Continental diatom biodiversity in stream benthos declines as more nutrients become limiting. **Proc Natl AcadSci USA**, v.105, p. 9663-9667, 2008.

PASSY, S. I.; LARSON, C. A. Succession in stream biofilms is an environmentally driven gradient of stress tolerance. **Microbial Ecology**, v. 62, p. 414-424, 2011.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. The diatoms of United States: exclusive of Alaska and Hawaii. Philadelphia: **Academy of Natural Sciences**, v. 1, p. 1-688, 1966.

PATRICK, R.; REIMER C. W. The diatoms of the United States. **Monographs of The Academy of Natural Science of Philadelphia**, v. 2, p. 133-158, 1975.

PELLEGRINI, B. G.; FERRAGUT, C. Variação sazonal e sucessional da comunidade de algas epífitas em substrato natural em um reservatório mesotrófico tropical. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 810-821, 2012.

POHL, N. Barragem de Piraquara II já conta com 8.236 milhões de metros cúbicos. **Sanepar Diálogo**, v. 376, p. 3, 2009.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Macrófitas aquáticas e perifiton – Aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: RiMa Editora e FAPESP, 2003, p. 134, 2003.

PONADER, K. C.; POTAPOVA, M. G. Diatoms from the genus *Achnantheidium* in flowing waters of the Appalachian Mountains (North America): Ecology, distribution and taxonomic notes. **Limnologia**, v. 37, p. 227-241, 2007.

REICHARDT, E. Gomphonema gracile Ehrenberg sensu stricto et sensu auct.(Bacillariophyceae): A taxonomic revision. **Nova Hedwigia**, v. 101, n. 3-4, p. 367-393, 2015.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A. Life-forms, cell-size and ecological guilds of diatom in Europe rivers. **Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems**, v. 63, p. 406, 2012.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A.; MONTUELLE, B. Benthic diatoms and phytoplankton to assess nutrients in a large lake: complementary of their use in Lake Geneva (France-Switzerland). **Ecological Indicators**, v. 53, p. 231-239, 2015.

RIMET, F.; BOUCHEZ, A.; TAPOLCZAI, K. Spatial heterogeneity of littoral benthic in a large lake: monitoring implications. **Hydrobiologia**, v. 771, p. 179-193, 2016.

RODERJAN, C. V.; BRITZ, R. M. **Mapeamento da Floresta Atlântica do Estado do Paraná. Programa de Proteção da Floresta Atlântica**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e recursos hídricos (SEMMA). Governo do Estado do Paraná. Curitiba, 2002.

RODRIGUES, L.; BICUDO, D. C. Similarity among periphyton algal communities in a lentic-lotic gradient of the upper Paraná river floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 235-248, 2001.

ROSS, J. **Práticas de Ecologia**. Barcelona: Ed. Omega, p. 181, 1979.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. New York, Cambridge University Press, p. 1-747, 1990.

RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT, H.; RUMRICH, M. **Diatoms of de Andes: from Venezuela to Patagonia/ Tierra del Fuego**. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica*, v. 9, 2000.

SANTOS, T. R.; FERRAGUT, C. The successional phases of a periphytic algal community in a shallow tropical reservoir during the dry and rainy seasons. **Limnetica**, v. 32, p. 337-352, 2013.

SEKAR, R.; NAIR, K. V. K.; RAO, V. N. R.; VENUGOPALAN, V. P. Nutrient dynamics and successional changes in a lentic freshwater biofilm. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1893-1907, 2002.

SEKAR, R.; NAIR, K. V. K.; NANDAKUMAR, K.; VENUGOPALAN, V. P.; RAO, V. N. R. Early stages of biofilm succession in a lentic freshwater environment. **Hydrobiologia**, v. 512, p. 97-108, 2004.

SILVA, A. M. **Diatomáceas com potencial indicador do estado trófico de dois reservatórios com diferentes padrões de trofia: Piraquara e Iraí**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, S. C. A.; CERVI, A. C.; BONA, C.; PADIAL, A. A. Aquatic macrophyte community varies in urban reservoirs with different degrees of eutrophication. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 2, p. 129-142, 2014.

SIMONSEN, R. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. **Gebrüder Nortraeger Versbuchanandlung**. Stuttgart, J. Cramer, v. 1-3, p. 1-525, 1987.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B. Observations on new and rare species of freshwater diatoms from Cape Cod, Massachusetts, USA. **Canadian Journal of Botany**, v. 83, n. 4, p. 362-378, 2005.

SIVER, P. A.; HAMILTON, P. B. **The freshwater Flora of Water bodies on the Atlantic Coastal Plain**. In: LANGE-BERTALOT, H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica*. Ruggell, A. R. G. Gantner Verlag, v. 22, p. 9-916, 2011.

SPAULDING, S. A.; KOCIOLEK, J. P. The diatom genus *Orthoseira*: ultrastructure and morphological variation in two species from Madagascar with comments on nomenclature in the genus. **Diatom Research**, v. 13, n. 1, p. 133-147, 1998.

STEVENSON R. J. An introduction to algae ecology in freshwater benthic habitats. In: Stevenson RJ, Bothwell ML, Lowe RL (eds) *Algal ecology in freshwater benthic ecosystems*. **Academic Press**, San Diego, p. 3-30, 1996.

STRUMINSKI E. 2006. Os discursos sobre a sustentabilidade, no Brasil e na região Metropolitana de Curitiba: de 1500 aos dias atuais. Curitiba. 218 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná.

TANAKA, H; NAGUMO, T. Two new *Mesodictyopsis* species, *M. akitaensis* sp. nov. and *M. miyatanus* sp. nov., from a Late Miocene to Pliocene freshwater sediment, Japan. **Acta Botanica Croatica**, v. 68, n. 2, p. 221-230, 2009.

TANIWAKI R. H., BORGUI T C., MAGRIN A. G. E., CALIJURI M. C., BOTTINO F, MOSCHINI-CARLOS, V. Structure and dynamics of the community of periphytic algae in a subtropical reservoir (state of São Paulo, Brazil). *Acta Bot Bras*. N. 27, 551-559, 2013.

TEIXEIRA ,B. [Internet]. Os segredos da chaminé do Cajuva. Gazeta do povo, BR Curitiba (PR). [citado em 19 de setembro de 2010]. Disponível em <http://www2.gazetadopovo.com.br/aguasdoamanha/noticias/post/id/196/titulo/Os+da+chamin%C3%A9+do+Cajuva>. 2010.

TEODÓSIO, É. A. O.; SETUKO, M. "Population structure of *Aeglaschmitti* (Crustacea: Anomura: Aeglidae) in the reservoirs of Mananciais da Serra, Piraquara city, state of Paraná, Brazil." **Zoologia**, v. 26, p. 19-24, 2009.

TOWNSEND, S. A.; GELL, P. A. The role of substrate type on benthic diatom assemblages in the Daly and Roper Rivers of the Australian wet/dry tropics. **Hydrobiologia**, v. 548, n. 1, p. 101-115, 2005.

TREMARIN, P. I.; LUDWIG, T. A. V.; TORGAN, L. C. Ultrastructure of *Aulacoseira brasiliensis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae) and comparison with related species. **Fottea**, v. 12, n. 2, p. 171-188, 2012.

TREMARIN, P. I.; STRAUBE, A.; LUDWIG, T. A. *Nupela* (Bacillariophyceae) in littoral rivers from south Brazil, and description of six new species of the genus. **Fottea**, v. 15, n. 1, p. 77-93, 2015.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

TUJI, A. Observation of developmental processes in loosely attached diatom (Bacillariophyceae) communities. **Physiological Research**, v. 48, p. 75-84, 2000.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Examination of the type *Synedra rumpens* = *Fragilaria rumpens*, Bacillariophyceae. **Phycological Research**, v. 54, p. 99-103, 2006.

TUJI, A.; WILLIAMS, D. M. Examination of types material of *Fragilaria mesolepta* Rabenhorst and two similar, but distinct, taxa. **Diatom Research**, v.23, n. 2, p. 503-510, 2008.

TUJI, A.; LEELAHAKRIENGKRAI, P.; PEERAPORNPISAL, Y. Distribution and phylogeny of *Spicaticribra kingdtonii-rudis* species complex. **Memoirs of the National Museum Naturelle Sciene**, v. 48, p. 139-148, 2012.

UTHERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton metodik. Mitteilung Internationale Vereinigungfuer Theoretischeunde Amgewandte. **Limnologie**, v. 9, p. 1-38, 1958.

VERCELLINO, I. S.; BICUDO, D. C. Sucessão da comunidade de algas epifíticas em reservatório oligotrófico tropical (São Paulo, Brasil): comparação entre período seco e chuvoso. **Revista Brasileira Botânica**, v. 29, p. 363-377, 2006.

WANG, Q; HAMILTON, P. B.; KANG, F. Observations on attachment strategies of periphytic diatoms in changing lotic systems (Ottawa, Canada). **Nova Hedwigia**, v. 99, n. 1-2, p. 239-253, 2014.

WERUM, M.; LANGE-BERTALOT, H. Diatomeen in Quellen unter hydrogeologischen und anthropogenen Einflüssen in Mitteleuropa und anderen Regionen. **Iconographia Diatomologica**, v. 13, p. 1-417, 2004.

WETZEL, R. G. **Periphyton of freshwater ecosystems**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1983.

WETZEL, C.E., LOBO, E.A., OLIVEIRA, M.A., BES, D. E HERMANY, G. Diatomáceas epilíticas relacionadas a fatores ambientais em diferentes trechos dos Rios Pardo e Pardinho, Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, RS, Brasil: resultados preliminares. **Caderno de pesquisa. Série Biologia**, v. 14, p. 17-38, 2002.

WETZEL, C.E., MORALES, E.A., HINZ, F., BICUDO, D.C. & ECTOR, L. *Fragilariforma javanica* comb. nov.: analysis of type material of a widely reported species with a tropical distribution. **Diatom Research**, v. 28, n. 4, p. 373-379, 2013.

WOJTAL, A. Z.; ECTOR, L.; VAN DE VIJVER, B.; MORALES, E. A.; BLANCO, S.; PIATEK, J.; SMIEJA, A. The *Achnantheidium minutissimum* complex

(Bacillariophyceae) in southern Poland. **Algological Studies**. v. 136/137, p. 211-238, 2011.

WU, Y.; ANTONIE, S. E.; BOWKER, D. W. Colonization of epilithic diatom population of the river Taff, South Wales, U. K. **Limnologica**, v. 29, p. 174-185, 1999.

ZORZAL-ALMEIDA, S.; SOININEN, J.; BINI, L. M.; BICUDO, D. C. Local environment and connectivity are the main drivers of diatom species composition and trait variation in a set of tropical reservoirs. **Freshwater Biology**, 2017.

Apêndice 1 – Listagem de espécies determinadas em amostras dos reservatórios do Carv, Pira I e Pira II

TABELA 1: LISTAGEM DE ESPÉCIES DETERMINADAS EM AMOSTRAS DOS RESERVATÓRIOS DO CARVALHO (CARV), PIRAQUARA I (Pira I) E PIRAQUARA II (Pira II), SIGLAS DAS ESPÉCIES ABUNDANTES, E MEDIDAS MORFOMÉTRICAS, OCORRÊNCIAS NAS AMOSTRAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA. D: DIÂMETRO; C: COMPRIMENTO; L: LARGURA; EIXO PERVALVAR; E: ESTRIAS EM 10 µm; A: ARÉOLAS EM 10 µm; CA: CANAIS ALIFORMES EM 10 µm.

Espécies determinadas	Siglas	Medidas	Figuras	UPCB			Bibliografia consultada
				78328	78331	78332	
				Carv	Pira I	Pira II	
Thalassiosiraceae							
<i>Spicaticribra kingstonii</i> Johansen, Kociolek and Lowe		D:13.8; E:9; A:9	Carv. fig.2	x			Tuji, Leelahakriengkrai e Peerapornpisal, 2012; Tanaka e Nagumo, 2009.
Stephanodiscaceae							
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et runow) Houk	DSTE	D:12.7; E:18	Carv. fig.3, Pira I. fig.1-2, Pira II. fig.1.	x	x	x	Huber-Pestalozzi, 1942; Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Houk e Klee 2004.
Melosiraceae							
<i>Melosira varians</i> C. Agardh		D: 13,1	Pira I. fig.4.		x		Huber-Pestalozzi, 1942; Krammer e Lange-Bertalot, 1991a
Aulacoseiraceae							
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	AAMB	C:12.5; L:5.6; E:25; A:0.7	Carv. fig.4, Pira I. fig.5-6, Pira II. fig.4.	x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>A. granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	AGRAN	C:12.3; L:4.7; E:28.2; A:12	Pira II. fig.5.		x	x	Krammer e Lange-Bertalot 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>A. tenella</i> (Nygaard) Simonsen	ATEN	EP: 3.5; D: 6.4	Carv. fig.5, Pira I. fig.3, Pira II. fig.2-3.	x	x	x	Tremarin, Ludwig, Torgan, 2012.
Orthoseiraceae							
<i>Orthoseira roseana</i> (Rabenhorst) O'Meara		D: 15.5; A: 27	Carv. fig.1	x			Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Spaulding e Kociolek, 1998.

Fragilariaceae

<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières		C:22.7; L:2.7; E:12	Pira II. fig.17-18.			x	Krammer e Lange-Bertalot 1991a.
<i>F. gracilis</i> Østrup		C:40.7; L:2.8; E:17	Carv. fig. 6-7, Pira I. fig.10-11.	x	x		Krammer e Lange-Bertalot 1991a.
<i>F. parva</i> (Grunow) Tuji Williams		C:32.7-36.6; L:2.7; E:14	Pira I. fig.12-14, Pira II. fig.14-15.		x	x	Tuji e Williams, 2008b.
<i>F. recapitellata</i> Lange-Bertalot e Metzeltin in Metzeltin, Lange-Bertalot e Nergui	FREC	C:20.2-29.4; L:2.9; E:17-18	Pira I. fig.15, Pira II. fig.16.		x	x	Rumrich; Lange-Bertalot; Rumrich, 2000; Tuji e Williams, 2008c.
<i>F. tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	FTEN	C:55.7; L:2.1	Pira I. fig.8-9, Pira II. fig.6-9-13. Carv. fig.8, Pira I. fig.16, Pira II. fig.19.	x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991a.
<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B.Petersen	FVAU	C:14.2; L:2.8; E:17		x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot 1991a; Tuji e Williams, 2006.
<i>Fragilariforma javanica</i> (Hustedt) Wetzel, Morales e Ector	FJAV	C:41.1-72.9; L:5.8; E:21-22	Pira II. fig.10-11.		x	x	Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998.
<i>Staurosirella acidophila</i> P.D.Almeida, C.E.Wetzel, E.A.Morales, L.Ector & D.C. Bicudo		C:18.4; L:4.9; E:10	Pira II. fig.20.			x	Almeida et al., 2015.
<i>S. pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round		C:14.2; L:4.7; E:10	Pira I. fig.71,		x		Morales, 2005.
<i>Staurosirella</i> sp.		C:18.2; L:5.2; E:10	Pira II. fig.21.			x	
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & P.C.Silva	UDEL	C:146.4; L:3.3; E:13	Pira I. fig.7, Pira II. fig.12.		x		Krammer e Lange-Bertalot, 1991 ^a .
Eunotiaceae							
<i>Actinella leontopithecus-rosalia</i> Costa		C:47.5; L:2.6; E:20	Carv. fig.81, Pira II. fig.33.	x		x	Costa, 1995.
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	EBIL	C:49.1; L:3.3; E:13	Carv. Fig.15, Pira II. fig. 27 e 32.			x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991 ^a . Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998, Metzeltin e Lange-Bertalot García-Rodríguez, 2005.

<i>E. boreotenuis</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	EBOR	C:11.6; L:3.3; E:14	Pira II. fig. 29.			x	Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	Bak	e
<i>E. canicula</i> P.C.Furey, R.L.Lowe & J.R.Johanse	ECAN	C:41; L:9.8-9.9.	Carv. fig.11-18, Pira I. fig.41-42, Pira II. fig.23-24.	x	x	x	Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	BAK	e
<i>E. denticulata</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst		C:46.6; L: 4.1.	Carv. fig. 40.	x			Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	BAK	e
<i>E. desmogonioides</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	EDES	C:112.5; L:4.1; E:16	Carv. fig.10, Pira I. fig.36, Pira II. fig. 30.	x	x	x	Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	BAK	e
<i>E. intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel e Lange-Bertalot	EINT	C:16.3-17.6; L:3.4; E:12-14	Carv. fig.35-39, Pira I. fig.43-44.	x	x		Krammer e Lange-Bertalot, 1991a		
<i>E. longicollis</i> Metzeltin & Lange-Bertalot		C:66; L:5; E:15	Carv. fig.9	x			Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998.		
<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow		C:35; L:4.7; E:12	Pira I. fig.41, Pira II. fig.25.		x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991a, Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	Bak	e
<i>E. naegelii</i> Migulla		C:70-97.6; L:2.7	Pira I. fig.38, Pira II. fig.31.		x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Patrick e Reimer, 1966.		
<i>E. nymanniana</i> Grunow		C:19.5; L:3.4; E:14	Carv. fig.44.	x			Krammer e Lange-Bertalot, 1991a, Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	Bak	e
<i>E. paralella</i> Ehrenb.		C:46.6; L:5.4; E:13	Carv. fig.41	x			Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	Bak	e
<i>E. serra</i> Ehrenberg		C:55.4; L:9.8	Carv. fig.42.	x			Patrick e Reimer, 1966.		
<i>E. subarcuatooides</i> Alles, Nörpel & Lange-Bertalot	ESUB	C:18.8; L:2.9; E:20	Carv. fig.19-34.	x			Krammer e Lange-Bertalot, 1991a; Lange-Bertalot, Witkowski, 2011.	Bak	e
<i>E. trinacria</i> Krasske 1929		C:18.4; L:2.7; E:14	Carv. fig.43.	x			Hustedt, 1930.		

<i>Gomphonema graciloides</i> Hustedt	GGRA	C:29.4; L:10; E:10	Pira I. fig. 53-54,		x		Reichardt, 2015.
<i>G. guaraniarum</i> Metzeltin & Lange-Bertalot		C:51; L: 8.4; E:16	Carv. fig.73.	x			Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>G. lagenula</i> Kützing	GLAG	C:17.5-19.3; L:4.8-5.5; E:18	Carv. fig.60-63, Pira I. fig.57, Pira II. fig.58.	x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998.
<i>G. lippertii</i> Reichardt & Lange-Bertalot		C: 30; L:6.9; E:15	Pira II. fig.60			x	Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>G. naviculoides</i> W. Smith	GNAV	C:48.7-65.8; L:7.6-9.2; E:13-15	Carv. fig.59, Pira I. fig.45-52, Pira II. fig.61-64.	x	x	x	Levkov, Mitic-Kopanja e Erwin Reichardt, 2016; Reichardt, 2015.
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	GPARG	C:19.2; L:5.3; E:9	Carv. fig.64-69, Pira I. fig.56, Pira II. fig.57.	x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
<i>G. pseudoaugur</i> Lange-Bertalot		C:30; L:6.6; E:13	Pira II. fig.59.			x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
<i>G. subangustatum</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito	GSUB	C:30.9; L:6.5; E:14	Carv. fig.70-71.	x			Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 2003.
<i>Gomphonema</i> sp.		C:33.3; L:5; E:14	Carv. fig.72, Pira I. fig.55, Pira II. fig.65.		x	x	
Cocconeidaceae							
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>Euglypta</i>	CEUG	C: 17.2; L: 9; E: 24.	Pira I. fig. 28-29.		x		Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Germain, 1981.
Achnanthidiaceae							
<i>Achnanthidium caledonicum</i> (Lange-Bertalot). Slate e Stevenson	ACAL	C:21.2-27.4; L:2.2-3.1	Carv. fig.54-56, Pira I. fig.23-24, Pira II. fig. 45-47.	x	x	x	Wojtal <i>et al.</i> , 2011.
<i>A. catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot		C:16.1-17.6; L:2.3	Pira I. fig.22, Pira II. fig.43-44.		x		Krammer e Lange-Bertalot, 1991b.
<i>A. eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	AEUT	C:9.4-10.7; L:2.3-3.5	Carv. fig.29, Pira I. fig.19, Pira II. fig.54.	x	x	x	Hlúbiková, Ector e Hoffmann, 2011.
<i>A. exiguum</i> (Grunow)	AEXI	C:11.8-12.3; L:4.0-4.7	Pira II. fig.48-50.			x	Metzeltin, Lange-Bertalot e

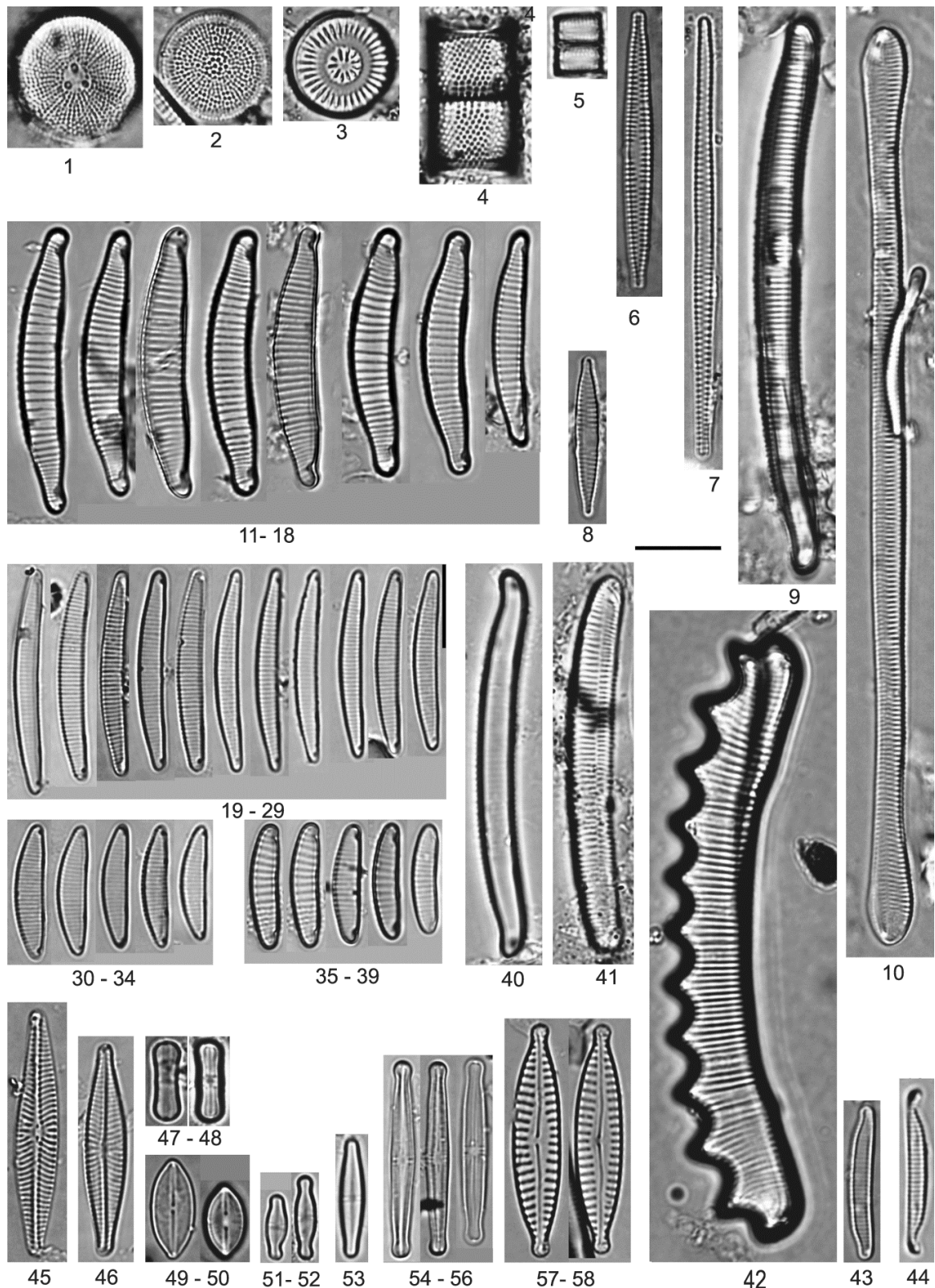
Czarnecki							García-Rodríguez, 2005; Siver e Hamilton 2011.
<i>A. macrocephalum</i> (Hustedt) Round e Bukhtiyarova		C:10.1-14.8; L:2.6-2.7	Carv. fig.51-52, Pira I. fig.20, Pira II. fig.53.	x	x		Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Ponader e Potapova, 2007.
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	AMIN	C:12.5; L:2.5	Carv. fig.53, Pira I. fig.21, Pira II. fig.51-52.	x	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1991b; Siver e Hamilton, 2011.
Diadesmidaceae							
<i>Humidophila arcuatoides</i> (Lange-Bertalot) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová		C:10.9; L:3.6	Pira I. fig.17,		x		Werum e Lange-Bertalot, 2004.
<i>H. contenta</i> (Grunow) Lowel.		C:10; L:2.9	Carv. fig.47-48.	x			Krammer e Lange-Bertalot, 1986. Lowe <i>et al.</i> , 2014.
<i>H. paracontenta</i> (Lange-Bertalot e Werum) Lowe.		C:10.7; L:2.6	Carv. fig.65, Pira II. fig.55.	x		x	Lowe <i>et al.</i> , 2014.
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) Mann		C:12.3; L:6.5	Pira I. fig.73.		x		Hofmann, Werum e Lange-Bertalot, 2013.
<i>Luticula</i> sp.		C:11.5; L:7.8	Pira I. fig.74.		x		
Amphipleuraceae							
<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson) Lange-Bertalot e Krammer	FCRA	C:35.2-42.7; L:8.5-9.6	Carv. fig.80, Pira I. fig.78, Pira II. fig.68.	x	x	x	Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998; Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>F. guayanensis</i> Metzeltin e Lange Bertalot		C:37.5; L:10.7	Carv. fig.79.	x			Metzeltin e Lange-Bertalot, 1998.
<i>F. undosa</i> Metzeltin e Lange-Bertalot		C: 34.5-39.4; L:9.8-9.9.	Pira I. fig.77, Pira II. fig.67.		x	x	Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>Frustulia</i> sp.		C:59.4; L:13.5	Pira I. fig.76, Pira II. fig.66.		x	x	
Brachysiraceae							
<i>Brachysira brebissonii</i> Ross	BBRE	C:25.2; L:4.7.	Pira I. fig.27, Pira II. fig.75.		x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot e

						Metzeltin, 1996.
<i>B. neoexilis</i> Lange-Bertalot	BNEO	C:16.4-23.5; L:4.1-4.7	Pira I. fig. 25-26, Pira II. fig. 72-74.	x	x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
Sellaphoraceae						
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützinger) Mereschkowsky		C:41.5; L:8.4.	Pira I. fig.75.	x		Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>S. seminulum</i> (Grunow) D. G. Mann		C:8.1; L:4.7; E:18	Pira II. fig.56.		x	Hustedt 1930; Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
<i>S. saugerresii</i> (Desmazières) C.E.Wetzel & D.G.Mann	SSAU	C:7.5-11; L:4.1-4.7; E:17	Pira I. fig.72.	x		Hustedt 1930; Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
<i>S. sardiniensis</i> Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi e Alfinito		C:12.2; L:4.6;	Pira I. fig.59, Pira II. fig.22.	x	x	Lange-Bertalot <i>et al.</i> , 2003.
<i>Sellaphora</i> sp.		C:7.2; L:4.5; E:18	Pira I. fig.72.	x		
Pinnulariaceae						
<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Krammer		C:11.1; L:2.9	Pira I. fig.18.	x		Werum e Lange-Bertalot, 2004.
<i>Pinnularia anglica</i> Kramme		C:23.3; L:4.6; E:10	Pira II. fig.79.		x	Krammer 1992, Krammer 2000.
<i>P. divergentissima</i> (Grunow) Cleve		C:35.9; L:5.9; E:15	Pira II. fig.82.		x	Krammer, 2000.
<i>P. divergens</i> var. <i>media</i> Krammer	PDIV	C:25.4; L:8.6; E:14	Carv. fig.74.	x		Krammer, 2000.
<i>P. gibba</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		C:56.8; L:12.2; E:7	Pira I. fig.83,	x		Hustedt, 1930.
<i>P. neomajor</i> Krammer		C:96.4; L:14.1; E:6	Pira I. fig.82,	x		Krammer, 2000.
<i>P. obscura</i> Krasske		C:60.9; L:10; E:11	Pira I. fig.84,	x		Krammer, 2000.
<i>P. pisciculus</i> Ehrenberg		C:113.5; L:21.7; E: 9	Pira II. fig.87.		x	Metzeltin e Lange-Bertalot, 2007.
<i>P. subcapitata</i> W.Gregory		C: 47; L: 8.5; E: 15	Carv. fig.75, Pira II. fig.81.	x		Krammer, 2000.
<i>P. subcapitata</i> Krammer var. <i>rostrata</i> Krammer		C:46.3; L: 9.4; E: 13	Pira I. fig.85.	x		Krammer, 2000.

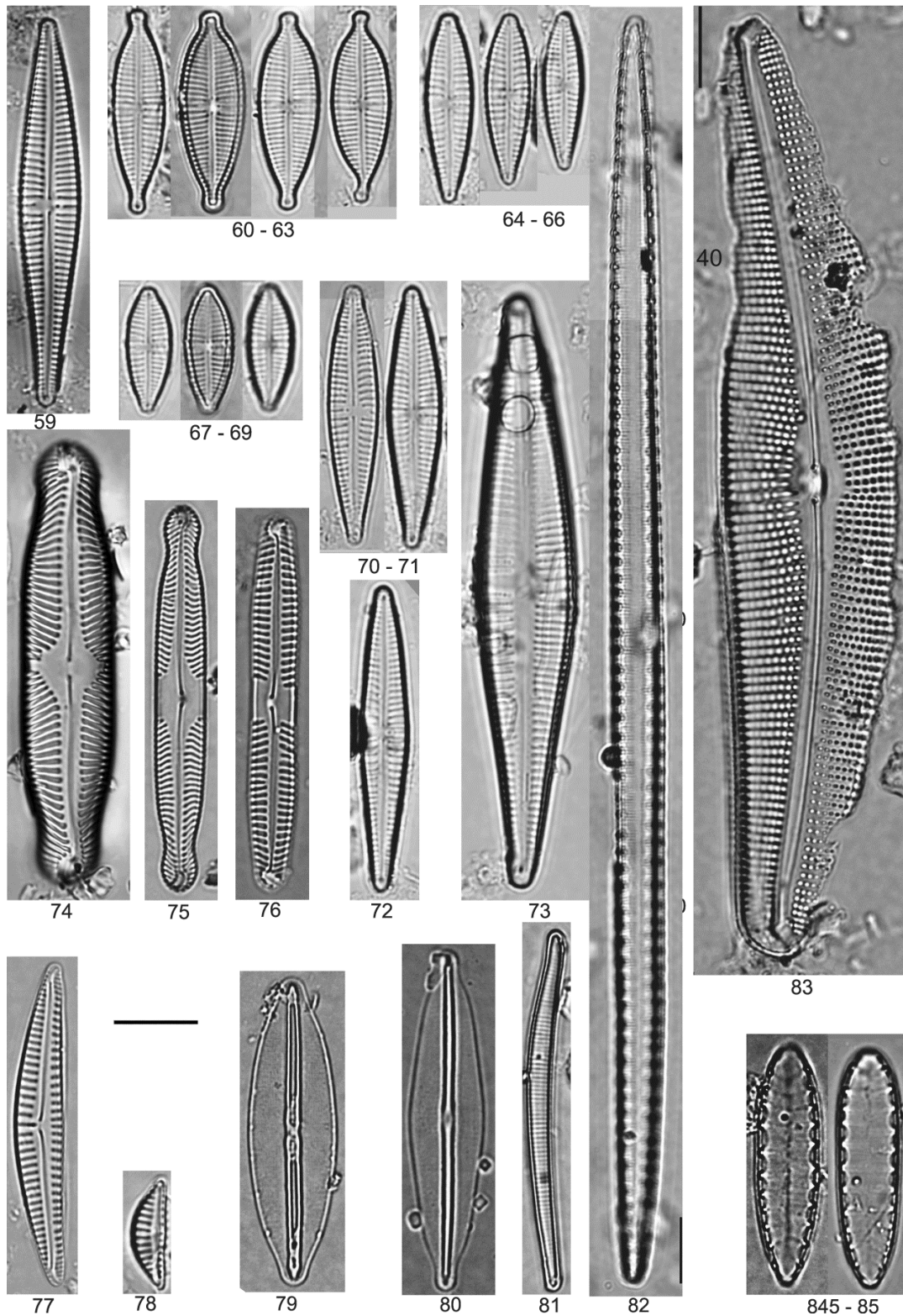
<i>P. rumrichae</i> Krammer		C:35.7; L: 8.9; E: 11	Pira I. fig.86.		x		Krammer 2000; Lange-Bertalot e Rodriguez, 2005.
<i>Pinnularia</i> sp.		C:56.8; L:12.2; E:7	Carv. fig.76, Pira I. fig.81, Pira II. fig.80.	x	x	x	
<i>Pinnularia</i> sp1.		C:56.8; L:12.2; E:7	Pira II. fig.83.	x		x	
<i>Pinnularia</i> sp2.		C:141.8; L:20; E:13	Pira II. fig.84.			x	
Naviculaceae							
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	NCRY	C:22.1; L:4.7; E:16	Carv. fig.45, Pira I. fig.60,	x	x		Lange-Bertalot, 2001.
<i>N. cryptotenella</i> Lange-Bertalot		C:31.3; L:5; E:18	C. fig.46, Pira II. fig.77.	x		x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001.
<i>N. notha</i> Wallace	NNOT	C:13; L:5.4; E:17.	Pira I. fig.61, Pira II. fig.78.		x	x	Patrick e Reimer, 1966; Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000.
<i>N. viridulacalcis</i> Lange-Bertalot e Rumrich		C:55.2-60; L:10.5; E:10	Pira II. fig.76.			x	Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000.
<i>Nupela kociolekii</i> A.Straube, P.Tremarin e T.Ludwig	NKOC	C: 13.5; L: 5.7	Carv. fig.49-50.	x			Tremarin, Straube e Ludwig, 2015.
<i>N. praecipua</i> (E.Reichardt) E.Reichardt		C: 11.1; L: 4.4	Pira I. fig.70.		x		Kusber e Jahn, 2003.
Stauroneidaceae							
<i>Craticula pampeana</i> (Frenguelli) Lange-Bertalot		C: 66.9; L:18.2; E:21.	Pira I. fig.80.				Rumrich, Lange-Bertalot e Rumrich, 2000.
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg		C:52; L:5.	Pira I. fig.79.		x		Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
<i>S. phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg		C:46.8; L:9.7	Pira II. fig.71.			x	Krammer e Lange-Bertalot, 1986.
Bacillariaceae							
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith		C:17.6; L:2.9	Pira II. fig.70.			x	Krammer e Lange-Bertalot, 1988.
<i>N. perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo		C: 17.4; L: 3.3	Pira I. fig. 58		x		Krammer e Lange-Bertalot, 1988.

<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst		C:50.9; L: 5.4; F:9	Pira II. fig.69.		x	Krammer 1988.	e	Lange-Bertalot,
Surirellaceae								
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (Lewis) Van Heurck		C:82.9; L:5.8; E:19	Carv. fig.82.	x		Metzeltin 1998.	e	Lange-Bertalot,
<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg		C:121.7; L:48.2	Pira II. fig. 87.		x	Hustedt, 1930.		
<i>S. linearis</i> W.Smith		C:164.1; L: 35	Pira I. fig. 88.		x	Siver, Hamilton 2005.	e	Lange-Bertalot,
<i>S. linearis</i> var. <i>helvetica</i> (Brun) Meister		C:135.1; L:32.9	Pira I. fig.89, Pira II. fig.85.		x	Krammer 1988. Metzeltin 1998.	e	Lange-Bertalot,
<i>S. obtusiuscula</i> G.S.West 1907		C:65.9; L:9.5	Pira I. fig.90.		x	Krammer 1988. Metzeltin 1998.	e	Lange-Bertalot,
<i>S. tenuissima</i> Hustedt	STEN	C:25.2-31.8; L:7.5-7.6	Carv. fig.84-85.	x		Huber-Pestalozzi, 1942; Simonsen, 1987.		
<i>Surirella</i> sp.		C:109; L:28.1	Pira II. fig.86.		x			

**Apêndice 2 – Prancha das diatomáceas identificadas no
reservatório Carv**

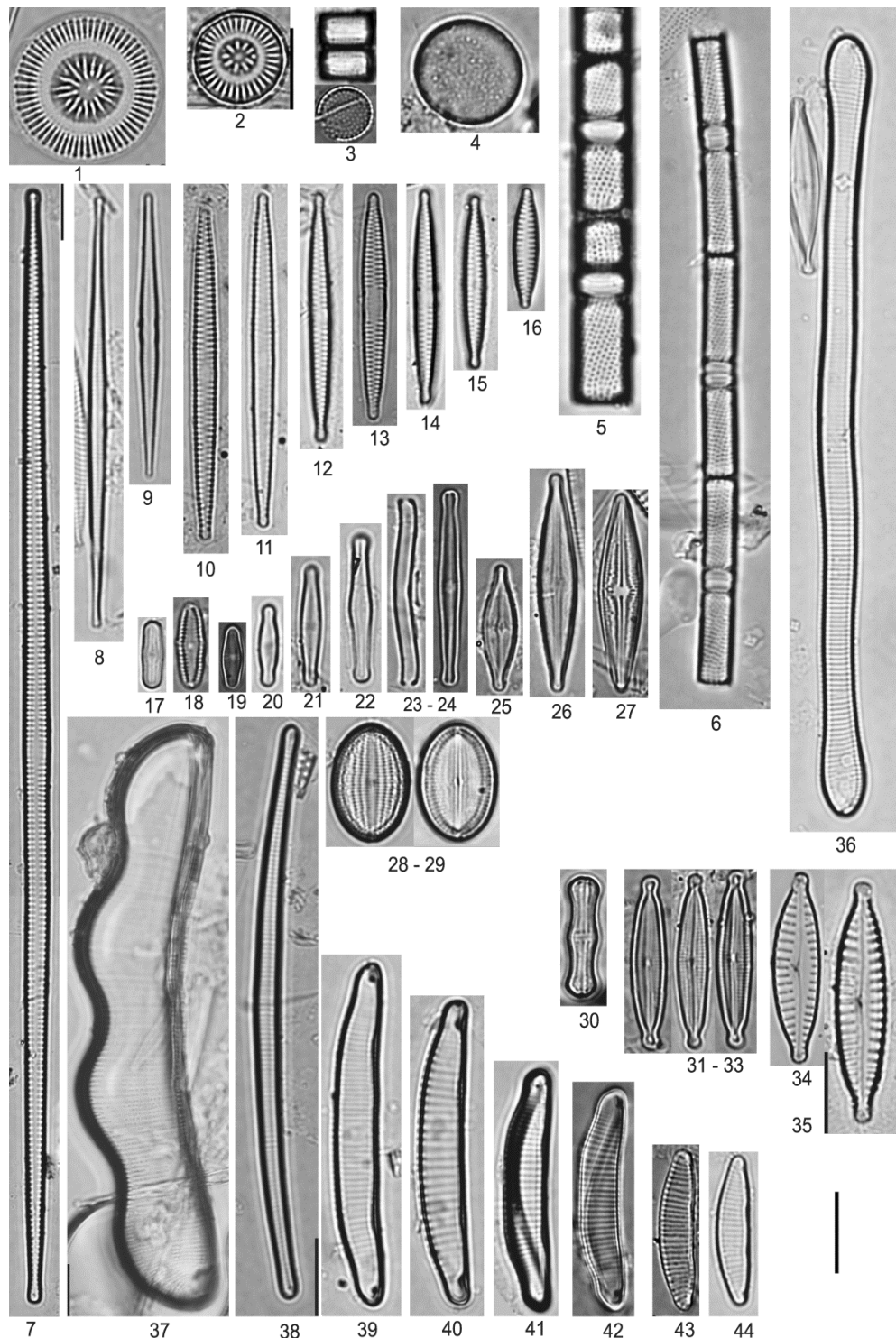


Figuras 1-85: 1 - *Orthoseira roseana*; 2 - *Spicaticribra kingstonii*; 3 - *Discostella stelligera*; 4 - *Aulacoseira ambigua*; 5 - *A. tenella*; 6-7 - *Fragilaria gracilis*; 8 - *F. vauchariae*; 9 - *Eunotia longicollis*; 10 - *E. desmogonioides*; 11-18 - *E. canicula*; 19-34 - *E. subarcuatoides*; 35-39 - *E. intermedia*; 40 - *E. denticulata*; 41 - *E. paralela*; 42 - *Eunotia serra*; 43 - *E. trinacria*; 44 - *E. nymanniana*; 45 - *Navicula cryptotenella*; 46 - *N. cryptocephala*; 47-48 - *Humidophila contenta*; 49-50 - *Nupela kociolekii*; 51-52 - *Achnanthisidium macrocephalum*; 53 - *A. minutissimum*; 54-56 - *A. caledonicum*; 57-58 - *Encyonopsis schubarti*;

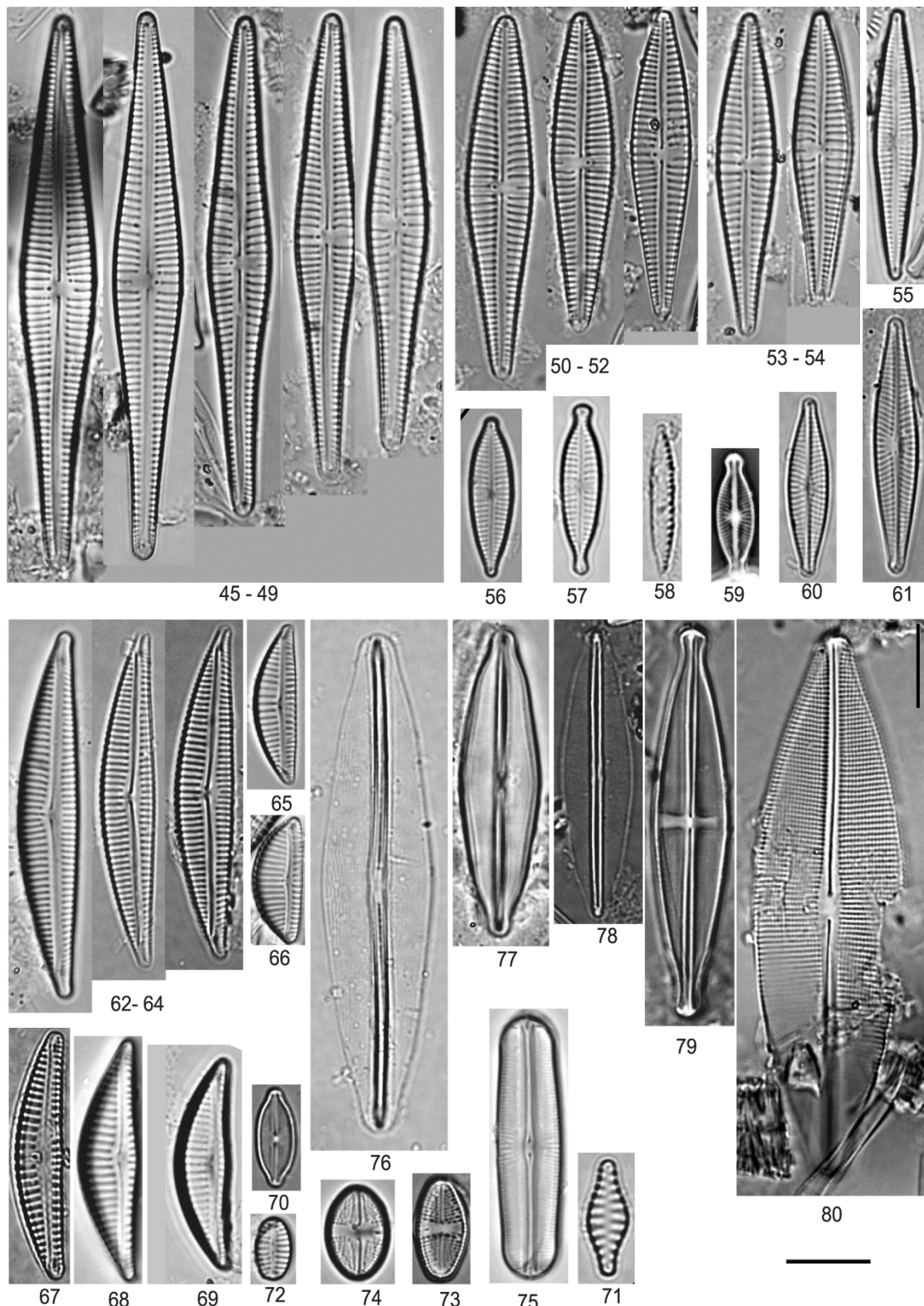


59 - *Gomphonema naviculoides*; 60-63 - *G. lagenula*; 64-69 - *G. parvulum*; 70-71 - *G. subangustatum*; 72 - *Gomphonema* sp.; 73 - *G. guaraniarum*; 74 - *Pinnularia divergens* var. *media*; 75 - *P. subcapitata*; 76 - *Pinnularia* sp.; 77 - *Encyonema neogracile*; 78 - *E. incurvatum*; 79 - *Frustulia guayanensis*; 80 - *F. crassinervia*; 81 - *Actinella leontopithecus-rosalia*; 82 - *Stenopteroberia delicatissima*; 83 - *Cymbella aspera*; 84-85 - *Surirella tenuissima*. Barra de escala: 10 μ m.

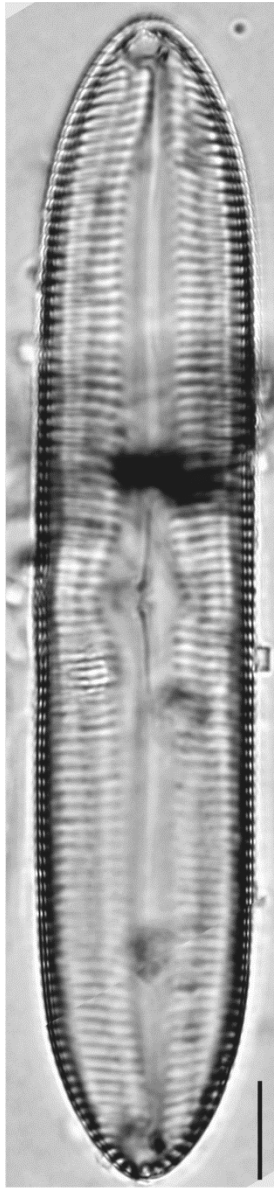
**Apêndice 3 – Prancha das diatomáceas identificadas no
reservatório Pira I**



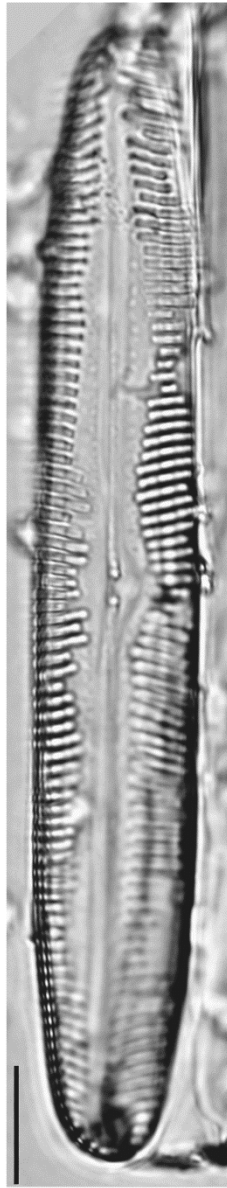
Figuras 1-90: 1-2 - *Discostella stelligera*; 3 - *Aulacoseira tenella*; 4 - *Melosira varians*; 5-6 - *Aulacoseira ambigua*; 7 - *Ulnaria delicatissima*; 8-9 - *Fragilaria tenera*; 10-11 - *F. gracilis*; 12-14 - *F. parva*; 15 - *F. recapitelata*; 16 - *F. vaucheriae*; 17 - *Humidophila arcuatoides*; 18 - *Chamaephinulria mediocris*; 19 - *Achnanthisidium eutrophilum*; 20 - *A. macrocephalum*; 21 - *A. minutissimum*; 22 - *A. catenatum*; 23-24 - *A. caledonicum*; 25-26 - *Brachysira neoexilis*; 27 - *B. brebissonii*; 28-29 - *Cocconeis placentula* var. *euglypta*; 31-33 - *Encyonopsis microcephala*; 34-35 - *E. schubartii*; 36 - *Eunotia desmogonioides*; 37 - *Eunotia* sp.; 38 - *E. naegelli*; 39-40 - *E. canicula*; 41-42 - *E. minor*; 43-44 - *E. intermedia*;



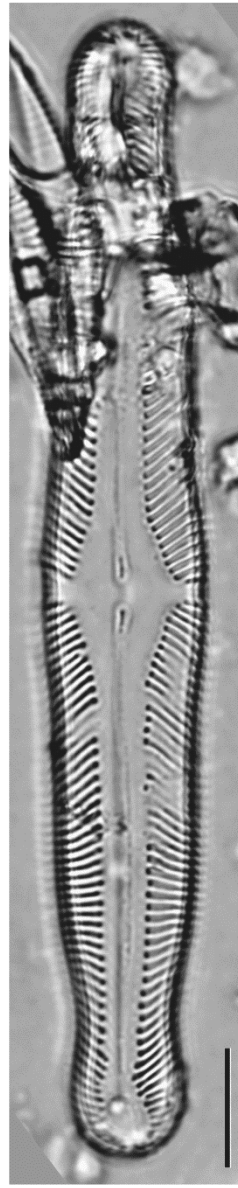
45-52 - *Gomphonema naviculoides*; 53-54 - *G. graciloides*; 55 - *Gomphonema* sp.; 56 - *G. parvulum*; 57 - *G. lagenula*; 58 - *Nitzschia* sp.; 59 - *Sellaphora sardinensis*; 60 - *Navicula cryptocephala*; 61 - *N. notha*; 62-64 - *Encyonema neogracile*; 65 - *E. obtusum*; 66 - *E. minutum*; 67 - *Encyonema* sp.; 68 - *E. neomesianum*; 69 - *E. incurvatum*; 70 - *Nupela preacipua*; 71 - *Staurosirella pinata*; 72 - *Sellaphora* sp1; 73 - *Luticula mutica*; 74 - *Luticula* sp.; 75 - *Sellaphora pupula*; 76 - *Frustulia* sp.; 77 - *F. undosa*; 78 - *F. crassinervia*; 79 - *Stauroneis anceps*; 80 - *Craticula frenguelli*;



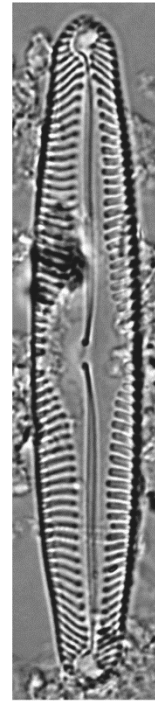
81



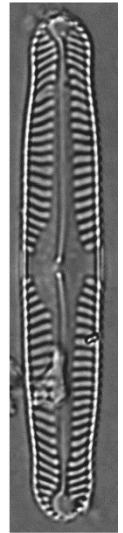
82



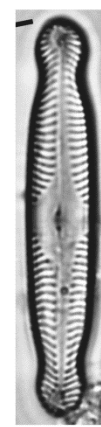
83



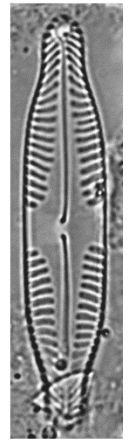
84



85

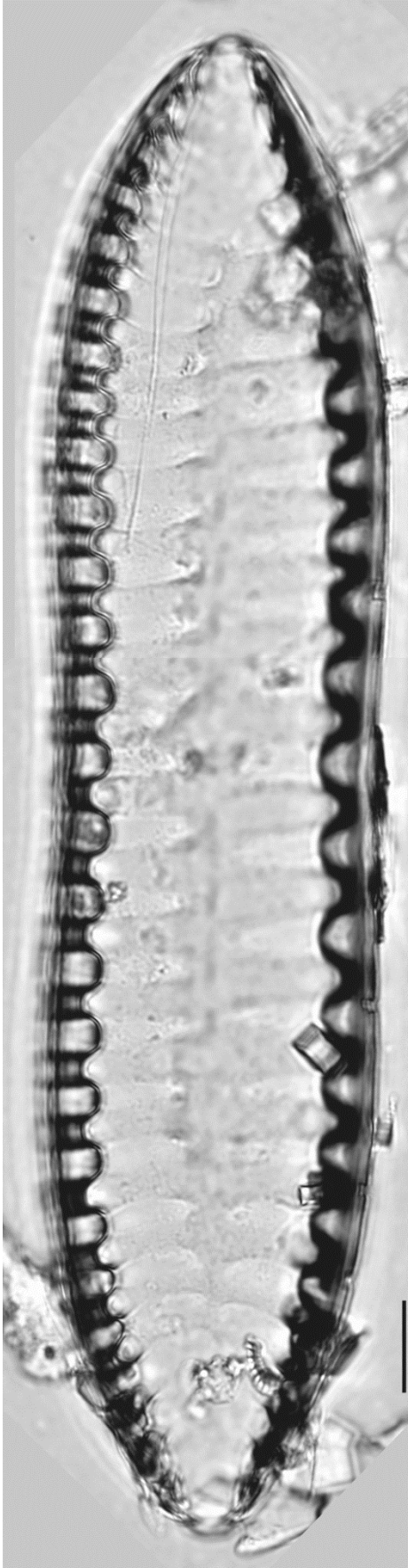


86

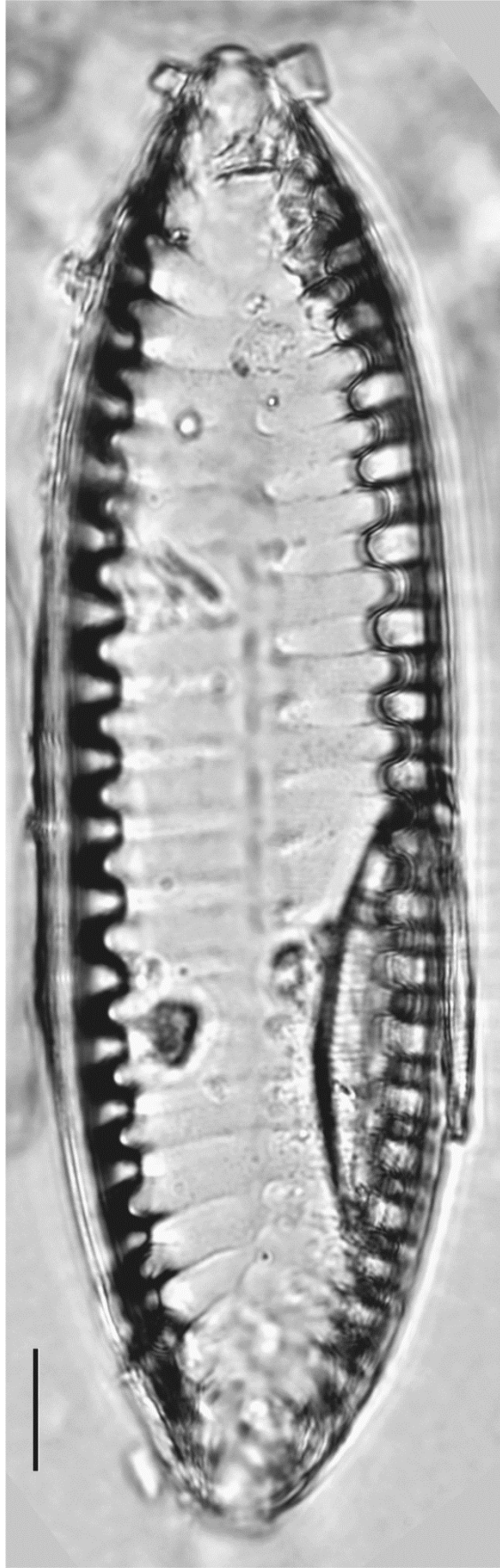


87

81 - *Pinnularia* sp.; 82 - *P. neomajor*; 83 - *P. gibba*; 84 - *P. obscura*; 85 - *P. subcapitata* var. *rostrata*; 86 - *P. rumrichae*; 87 - *P. pisciculus*;



88



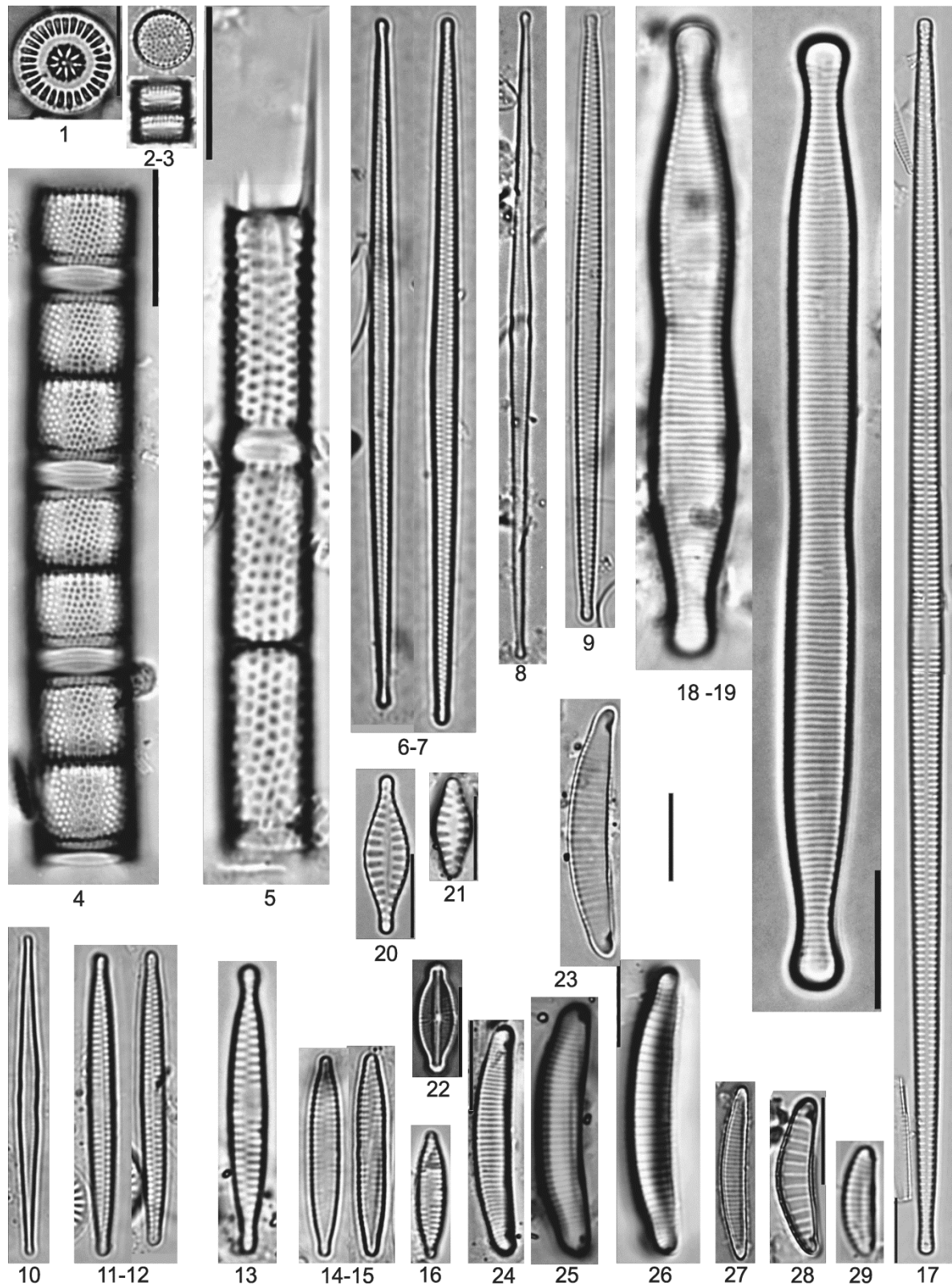
89



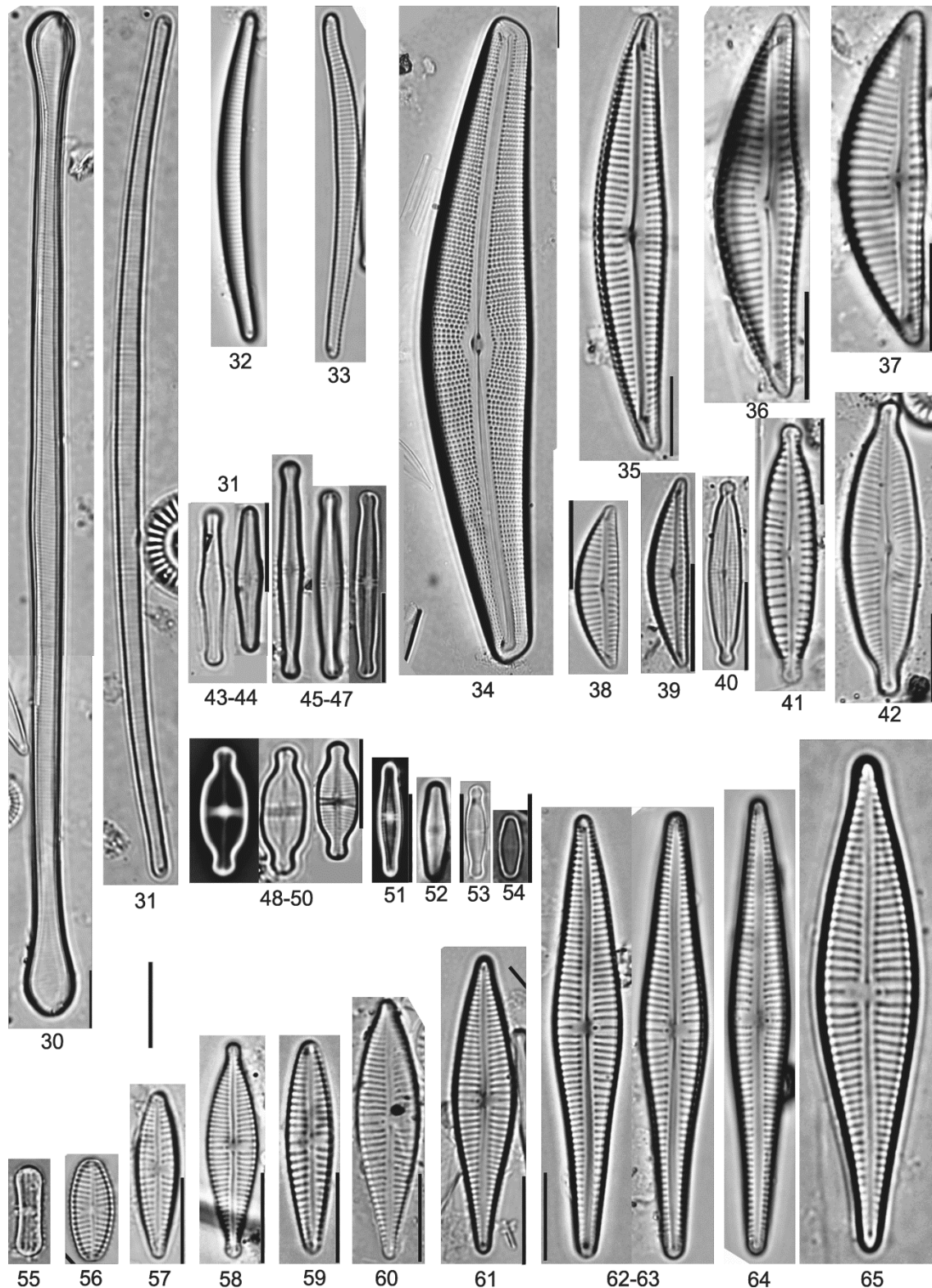
90

88 - *Surirella lineares*; 89 - *S. linearis* var. *helvetica*; 90 - *S. obtusiuscula*. Barra de escala: 10 μ m.

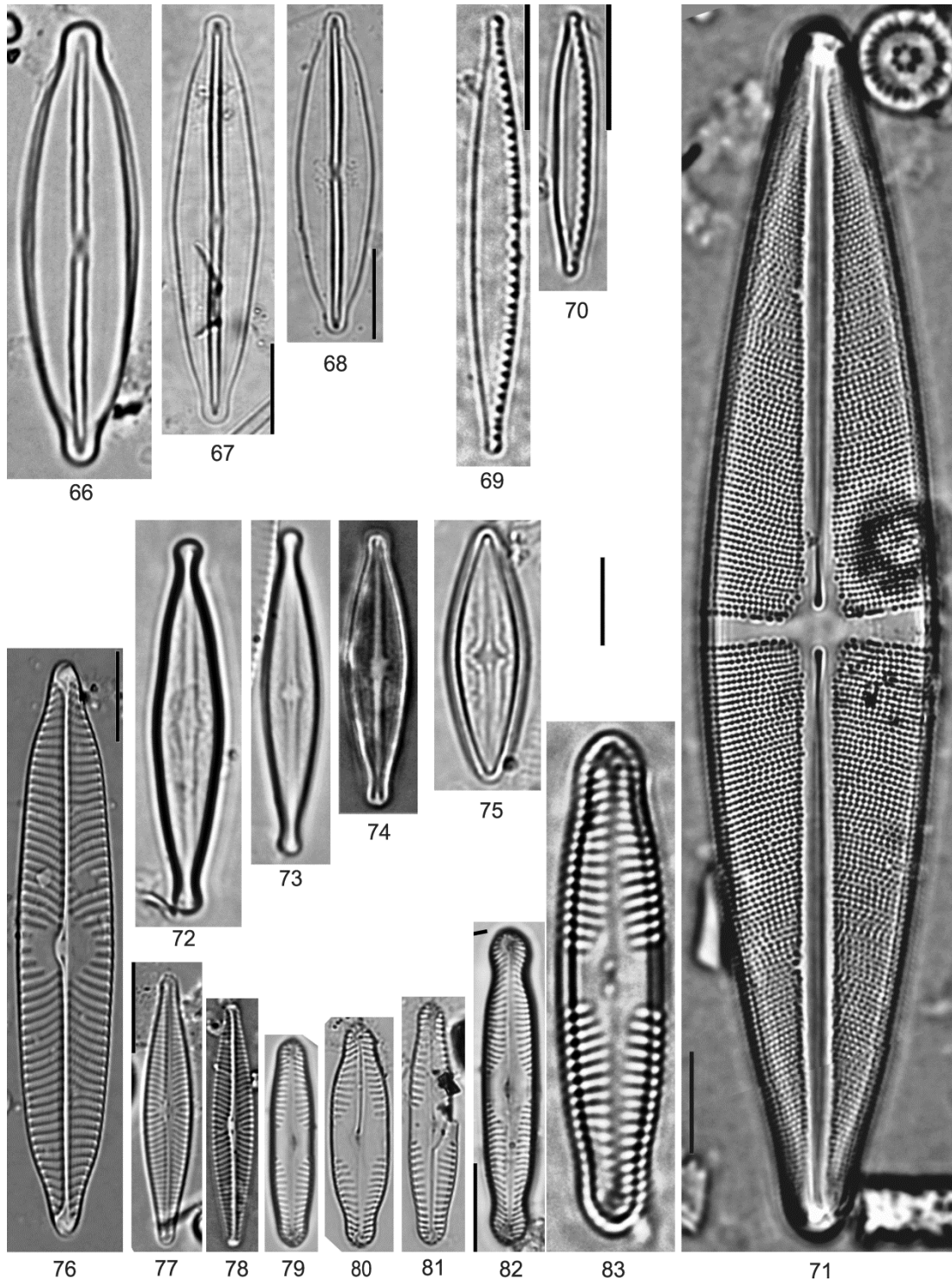
**Apêndice 4 – Prancha das diatomáceas identificadas no
reservatório Pira II**



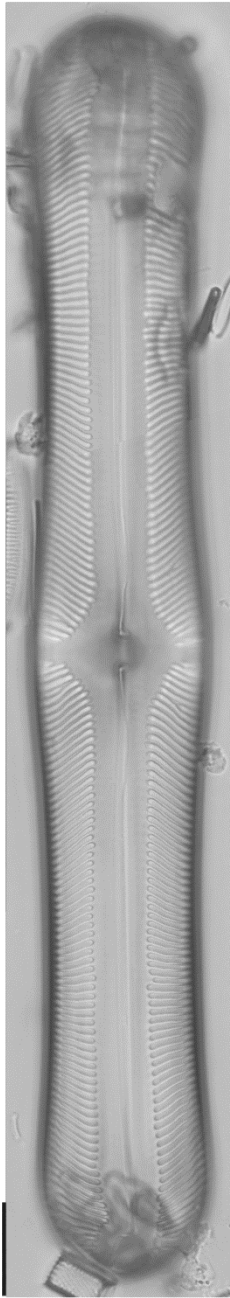
Figuras 1-86: 1 - *Discostella stelligera*; 2-3 - *Aulacoseira tenella*; 4 - *A. ambigua*; 5 - *A. granulata*; 6-9 e 13 - *Fragilaria tenera*; 10-11 - *Fragilarifoma javanica*; 12 - *Ulnaria delicatissima*; 14-15 - *Fragilaria parva*; 16 - *F. recapitellata*; 17-18 - *F. capucina*; 19 - *F. vacheriae*; 20 - *Staurosirella acidophila*; 21 - *Staurosirella* sp.; 22 - *Sellaphora sardinensis*; 23-24 - *Eunotia canicula*; 25 - *E. minor*; 26 - *E. veneris*; 27 - *E. bilunaris*; 28 - *Eunotia ibitipocaensis*; 29 - *E. boreotenuis*;



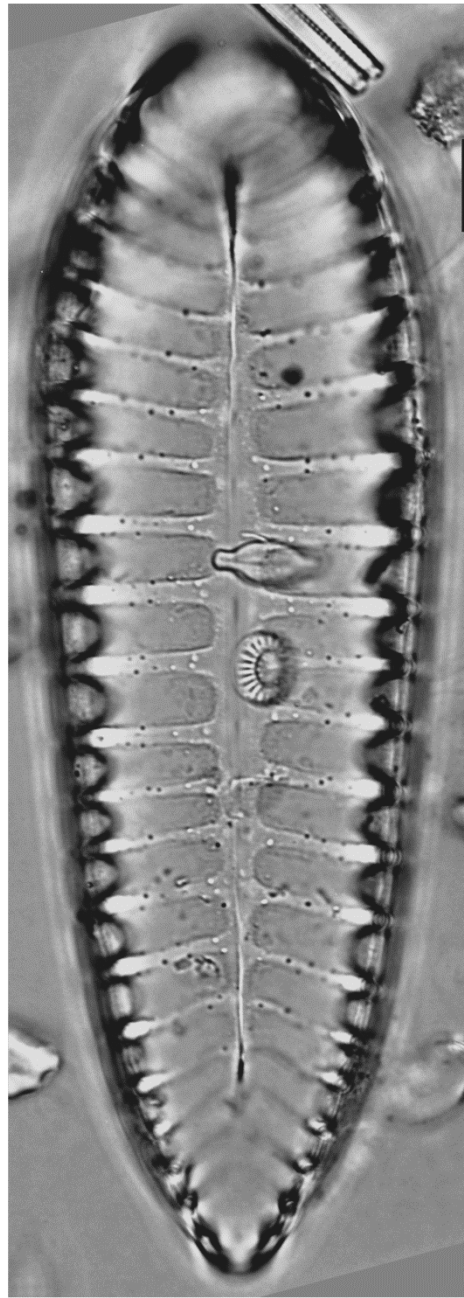
30 - *Eunotia desmogonioides*; 31 - *E. naegelli*; 32 - *E. bilunaris*; 33 - *Actinella leontopithecus-rosalia*; 34 - *Cymbella loescherae*; 35 - *Encyonema neogracile*; 36 - *E. incurvatum*; 37 - *E. silesiacum*; 38 - *E. obtusum*; 39 - *Encyonema* sp.; 40 - *Encyonopsis microcephala*; 41 - *E. schubartii*; 42 - *Cymboplectra naviculiformes*; 43-44 - *Achnanthisdium catenatum*; 45-47 - *A. caledonicum*; 48-50 - *A. exiguum*; 51-52 - *A. minutissimum*; 53 - *A. macrocephalum*; 54 - *A. eutrophilum*; 55 - *Homidophila paracontenta*; 56 - *Sellaphora seminulum*; 57 - *Gomphonema parvulum*; 58 - *G. lagenula*; 59 - *G. pseudoargur*; 60 - *G. lippertii*; 61-64 - *G. naviculoides*; 65 - *Gomphonema* sp.;



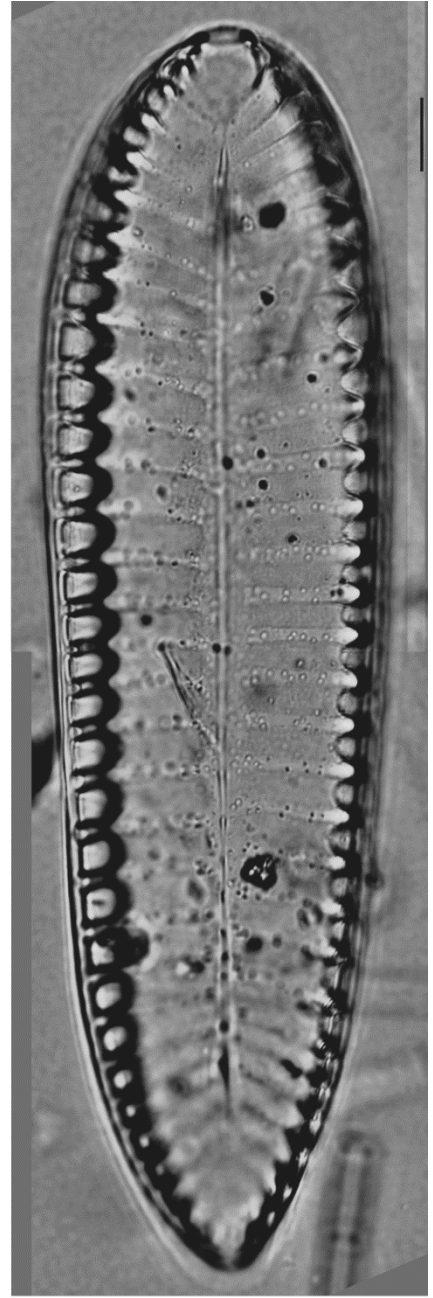
66 - *Frustulia* sp.; 67 - *F. undosa*; 68 - *F. crassinervia*; 69 - *Nitzschia recta*; 70 - *Nitzschia palea*; 71 - *Stauroneis phoenicenteron*; 72-74 - *Brachysira neoexilis*; 75 - *Brachysira brebissonii*; 76 - *Navicula viridulacalcis*; 77 - *N. cryptotenella*; 78 - *N. notha*; 79 - *Pinnularia anglica*; 80 - *Pinnularia* sp.; 81 - *P. subcapitata*; 82 - *P. divergentissima* var. *subostrata*; 83 - *Pinnularia* sp.;



84



85



86

84 - *Pinnularia* sp1; 85 - *Surirella linearis* var. *helvetica*; 86 - *Surirella* sp.;



87

87 – *S. guatemalensis*. Barra de escala: 10 μ m.